

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAN EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK
BERSINYAL CIHANJUANG, KOTA CIMAHI, JAWA
BARAT**

***PERFORMANCE EVALUATION AND ANALYSIS OF
CIHANJUANG UNSIGNALIZED INTERSECTION AT
CIMAHI CITY, WEST JAVA***

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



**Naufal Faris Irham
17511254**

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

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL CIHANJUANG, KOTA CIMAHI, JAWA BARAT

PERFORMANCE EVALUATION AND ANALYSIS OF CIHANJUANG UNSIGNALIZED INTERSECTION AT CIMAHI CITY, WEST JAVA

Disusun Oleh

Naufal Faris Irham
17511254

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

Disetujui pada tanggal

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

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

Penguji I

Prayogo Afang P., S.T., M.Sc.
NIK: 205111303

Penguji II

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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

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



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

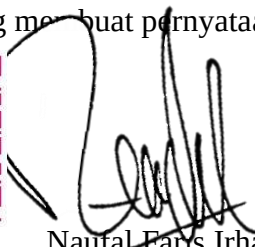
Dokumen ilmiah Tugas Akhir ini merupakan rumusan saya sendiri dan belum pernah diajukan dalam peraihan gelar akademik apapun di suatu lembaga pendidikan tinggi serta tidak terdapat karya yang pernah ditulis oleh orang atau lembaga lain kecuali disebutkan sumbernya secara lengkap.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila di kemudian hari terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan sanksi lainnya yang berlaku.

Yogyakarta, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,




Nautal Farys Irham

NIM: 17511254

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah *Subhanahuwata'ala*, atas rahmat dan ridho-Nya, saya dapat menyelesaikan penyusunan dokumen Tugas Akhir ini. Adapun judul Tugaas Akhir yang saya ajukan adalah “Analisis dan Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Cihanjuang, Kota Cimahi, Jawa Barat”.

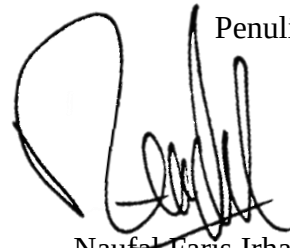
Tugas Akhir ini diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil. Butuh usaha keras dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Namun, ada orang-orang tercinta di sekeliling saya yang mendukung dan membimbing saya. Ucapan terimakasih saya haturkan kepada:

1. Bapak Berlian Kushari, ST., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Proposal dan Tugas Akhir.
2. Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc. dan Bapak Corry Ya'cub, Ir., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Kedua orang tua beserta adik saya yang selalu mendoakan serta memberi dukungan tanpa henti baik secara moril maupun materi.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, atas saran dan bimbingannya.
6. Teman-teman surveyor yang telah membantu saya di lapangan.
7. Berbagai pihak yang telah membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Semoga segala kebaikan dari semuanya mendapat keberkahan dari Allah *Subhanahuwata'ala*. Saya sadari Tugas Akhir ini belumlah sempurna karena keterbatasan ilmu yang dimiliki. Semoga dokumen Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk masyarakat luas.

Yogyakarta, Juni 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'N' followed by several loops and a final horizontal stroke.

Naufal Faris Irham

NIM: 17511254

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Parameter Kinerja Simpang Tak Bersinyal	5
2.2 Metode Analisis Kinerja Simpang dengan Software Vissim	6
2.3 Kinerja Simpang Cihanjuang	8
2.4 Perbandingan Hasil Penelitian yang Telah Dilakukan	9
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Pengertian Lalu Lintas	12
3.2 Manajemen Lalu Lintas	12
3.3 Simpang	12
3.3.1 Simpang Bersinyal	13
3.3.2 Simpang Tak Bersinyal	14
3.4 Tingkat Pelayanan Pada Simpang	16

3.5	Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)	17
3.6	Software PTV Vissim	Error! Bookmark not defined.
BAB IV METODE PENELITIAN		20
4.1	Data Penelitian	20
4.1.1	Data Geometri Simpang	20
4.1.2	Kondisi Lingkungan	21
4.1.3	Arah Pergerakan Kendaraan	21
4.1.4	Volume Lalu Lintas	22
4.1.5	Jumlah Penduduk	24
4.1.6	Jumlah Kendaraan Bermotor	24
4.1.7	Data <i>Driving Behavior</i>	24
4.1.8	Survei Kecepatan Kendaraan	25
4.2	Lokasi Penelitian	27
4.3	Metode Pengumpulan Data	27
4.3.1	Data Primer	27
4.3.2	Data Sekunder	29
4.4	Metode Pengambilan Data	30
4.5	Tahapan Penelitian	30
4.6	Prosedur Perhitungan Simpang Tak Bersinyal	31
4.7	Tahapan Pengembangan Model dengan Mikrosimulasi Vissim	40
4.7.1	Pemodelan Jaringan Jalan	40
4.7.2	Memasukkan Data Kendaraan	43
4.7.3	Pengaturan Kondisi Simpang	46
4.7.4	Pengaturan <i>Data Collection Points, Vehicle Travel Times, dan Queue Counters</i>	50
4.7.5	<i>Running Program</i> dan Uji Validasi GEH	52
4.8	Mengembangkan Alternatif Solusi Simpang dengan Menggunakan Sinyal	54
4.8.1	Pengembangan Solusi dengan Mikrosimulasi Vissim	54
4.9	Diagram Alir Pekerjaan (Flow Chart)	58
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		60
5.1	Analisis Kinerja Simpang dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997	60

5.1.1	Volume Kendaraan Pada Jam Puncak	60
5.1.2	Kapasitas Simpang	61
5.1.3	Kondisi Simpang	69
5.2	Perhitungan Waktu Siklus	73
5.2.1	Fase Simpang	73
5.4.3	Perhitungan Derajat Kejenuhan dan Tundaan	77
5.3	Alternatif Rekayasa Lalu Lintas Simpang	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		89
LAMPIRAN 1		92
LAMPIRAN 2		94
LAMPIRAN 3		96
LAMPIRAN 4		99
LAMPIRAN 5		102
LAMPIRAN 6		113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 3.10 Tingkat Pelayanan Simpang	17
Tabel 4.1 Volume Kendaraan dari Lengan Utara	22
Tabel 4.2 Volume Kendaraan dari Lengan Barat	23
Tabel 4.3 Volume Kendaraan dari Lengan Timur	24
Tabel 4.4 Data Rerata Driving Behavior	25
Tabel 4.5 Data Kecepatan Kendaraan Ringan Lengan Barat	26
Tabel 4.6 Potensi Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Cimahi	30
Tabel 4.7 Jumlah Penduduk di Kota Cimahi	30
Tabel 4.8 Kelas Ukuran Kota	33
Tabel 4.9 Tipe Lingkungan Jalan	33
Tabel 4.10 Kode-Kode Tipe Simpang	35
Tabel 4.11 Kapasitas Dasar	36
Tabel 4. 12 Nilai Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)	36
Tabel 4.13 Nilai Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)	37
Tabel 4.14 Nilai Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)	37
Tabel 4.15 Nilai Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)	38
Tabel 4.16 Nilai Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (FMI)	39
Tabel 4.17 Hasil Uji Validasi GEH	53
Tabel 5.1 Total Kendaraan Bermotor	61
Tabel 5.2 Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Simpang	61
Tabel 5.3 Nilai FM Berdasarkan Tipe Median Jalan Utama	63
Tabel 5.4 Nilai FCS Berdasarkan Ukuran Kota	64
Tabel 5.5 Kelas Hambatan Samping	64
Tabel 5.6 Nilai FRSU Berdasarkan Tipe Lingkungan Jalan dan Hambatan Samping	66
Tabel 5.7 Rumus Faktor Rasio Arus Jalan Minor	69

Tabel 5.8 Kapasitas Total (C)	69
Tabel 5.9 Derajat Kejenuhan (DS)	70
Tabel 5.10 Peluang Antrean (QP)	72
Tabel 5.11 Arus Kendaraan Simpang Cihanjuang	74
Tabel 5.12 Lebar Pendekat Efektif	74
Tabel 5.13 Arus Jenuh Dasar	75
Tabel 5.14 Faktor Penyesuaian	75
Tabel 5.15 Nilai Arus Jenuh	76
Tabel 5.16 Rasio Arus	76
Tabel 5.17 Kapasitas	78
Tabel 5.18 Derajat Kejenuhan ($c = 359,57$ detik)	78
Tabel 5.19 Penetapan Level of Service (LOS)	79
Tabel 5.20 Tundaan ($c = 359,57$ detik)	79
Tabel 5.21 Panjang Antrean ($c = 359,57$)	80
Tabel 5.22 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan 3 Fase	82
Tabel 5.23 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan 2 Fase	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Tampak Satelit	2
Gambar 1.2 Simpang Tampak dari Lengan Utara	3
Gambar 1.3 Simpang Tampak dari Lengan Barat dan Timur	3
Gambar 2.1 Kurva Frekuensi Relatif dan Kumulatif	5
Gambar 3.1 Kondisi Simpang Bersinyal	13
Gambar 3.2 Kondisi Simpang Tak Bersinyal	14
Gambar 4.1 Sketsa Geometri Simpang	20
Gambar 4.2 Sketsa Arah Pergerakan Kendaraan	21
Gambar 4.3 Sketsa Lokasi Penelitian	28
Gambar 4.4 Sketsa dan Masukan Geometrik	32
Gambar 4.5 Sketsa Lebar Rata-Rata Pendekat	34
Gambar 4.6 Pengaturan <i>Vehicle Behavior</i>	40
Gambar 4.7 Pengaturan Satuan	41
Gambar 4.8 Pengaturan Skala pada Gambar <i>Background</i>	42
Gambar 4.9 Tampilan Menu Pengaturan <i>Link</i>	42
Gambar 4.10 Tampilan Menu Pengaturan <i>Connector</i>	43
Gambar 4.11 Tampilan Jendela <i>Vehicle Input</i>	44
Gambar 4.12 Tampilan Jendela <i>Vehicle Compositions</i>	44
Gambar 4.13 Tampilan Jendela <i>Desired Speed Distribution</i>	45
Gambar 4.14 Tampilan Jendela <i>Vehicle Routes</i>	46
Gambar 4.15 Tampilan Jendela <i>Conflict Area</i>	47
Gambar 4.16 Tampilan <i>Reduce Speed Areas</i>	48
Gambar 4.17 Tampilan Jendela <i>Driving Behaviors</i>	48
Gambar 4.18 Tampilan Pengaturan <i>Driving Behaviors</i>	49
Gambar 4.19 Tampilan Pengaturan <i>Driving Behaviors</i>	49
Gambar 4.20 Tampilan Jendela <i>Data Collection Points</i>	50
Gambar 4.21 Tampilan Jendela <i>Vehicle Travel Times</i>	51

Gambar 4.22 Tampilan Jendela <i>Queue Counters</i>	51
Gambar 4.23 Tampilan <i>Evaluation Configuration</i>	52
Gambar 4.24 Tampilan <i>Simulation Parameters</i>	53
Gambar 4.25 Tampilan Signal Controllers	54
Gambar 4.26 Tampilan <i>Fixed Time</i>	55
Gambar 4.27 Tampilan <i>Signal Groups</i>	55
Gambar 4.28 Tampilan <i>Default Sequence</i>	56
Gambar 4.29 Tampilan <i>Integreen Matrix</i>	56
Gambar 4.30 Tampilan <i>Signal Program</i>	57
Gambar 4.31 Tampilan Pengaturan Waktu Sinyal	57
Gambar 4.32 Tampilan Jendela <i>Signal Head</i>	58
Gambar 4.33 Diagram Alir Penelitian	59
Gambar 5.1 Pola Arus Lalu Lintas	60
Gambar 5.2 Lebar Pendekat Pada Simpang	62
Gambar 5.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat	63
Gambar 5.4 Kondisi Jalan Perkotaan dengan Hambatan Samping Tinggi	65
Gambar 5.5 Foto Kondisi Lengan Barat	65
Gambar 5.6 Grafik Faktor Rasio Belok Kiri	67
Gambar 5.7 Grafik Faktor Rasio Belok Kanan	68
Gambar 5.8 Grafik Faktor Rasio Arus Jalan Minor	68
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Tundaan Lalu Lintas Simpang	70
Gambar 5.10 Grafik Hubungan Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama	71
Gambar 5.11 Skenario Tiga Fase Simpang Cihanjuang	73
Gambar 5.12 Diagram Sinyal (c=359,57 detik)	77
Gambar 5.13 Diagram Sinyal (c = 50 detik)	81
Gambar 5.14 Diagram Sinyal (c = 100 detik)	81
Gambar 5.15 Skenario Dua Fase Simpang Cihanjuang	82
Gambar 5.16 Rute Pengalihan Arus Timur ke Utara	83
Gambar 5.17 Diagram Sinyal (c = 58,39 detik)	84
Gambar 5.18 Diagram Sinyal (c = 40 detik)	85
Gambar 5.19 Diagram Sinyal (c = 80 detik)	85

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Data Volume Kendaraan	90
LAMPIRAN 2	Data Volume Jam Puncak	92
LAMPIRAN 3	Data Konversi Volume Kendaraan pada Jam Puncak	94
LAMPIRAN 4	Data <i>Driving Behaviour</i>	97
LAMPIRAN 5	Data Kecepatan Kendaraan	100
LAMPIRAN 6	Foto Kawasan Simpang Cihanjuang	111

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

MKJI 1997	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
LOS	= <i>Level of Service</i> (Tingkat Pelayanan)
smp	= Satuan Mobil Penumpang
emp	= Ekuivalensi Mobil Penumpang
Q	= Arus Kendaraan (smp/jam)
C	= Kapasitas (smp/jam)
DS	= Derajat Kejenuhan
LV	= <i>Light Vehicle</i> (Kendaraan Ringan)
HV	= <i>Heavy Vehicle</i> (Kendaraan Berat)
MC	= <i>Motorcycle</i> (Sepeda Motor)

ABSTRAK

Simpang tak bersinyal di Cihanjuang Kota Cimahi kerap kali diapadati oleh kendaraan dari berbagai tempat. Akses utama menuju tempat strategis dan jalan penghubung antar kota adalah alasan mengapa kawasan simpang tersebut dikatakan padat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja Simpang Cihanjuang pada kondisi *eksisting* untuk selanjutnya mencari alternatif solusi agar menjadikan kinerja simpang tersebut menjadi lebih optimal.

Metode yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data-data seperti volume kendaraan, geometrik simpang, *driving behavior*, kecepatan kendaraan, data jumlah kendaraan bermotor, dan data jumlah penduduk. Selanjutnya mengolah data-data tersebut secara manual dengan panduan MKJI 1997 dan menginput data-data tersebut ke dalam Vissim sehingga dapat memodelkan kondisi *eksisting* pada simpang. Pemodelan menggunakan Vissim dapat memudahkan dalam pembuatan skenario atau alternatif solusi.

Berdasarkan pemodelan kondisi *eksisting* Simpang Cihanjuang, didapatkan nilai Derajat Kejenuhan (DS) tiap lengannya, yaitu: lengan Utara 0,56; lengan Barat 1,82; dan lengan Timur 0,74. Hal itu menunjukkan bahwa kondisi lengan Barat tergolong jenuh dan perlu dibuat solusi berupa pemasangan sinyal. Aturan dalam pemasangan sinyal harus mengikuti persyaratan dari Menteri Perhubungan terkait penilaian fungsi ruas jalan. Untuk Jalan Arteri Primer, sekurang-kurangnya memiliki *Level of Service* (LOS) B. Sementara untuk Jalan Arteri Sekunder, sekurang-kurangnya memiliki nilai LOS C. Setelah melakukan analisis, maka diperoleh rancangan skenario dengan 3 fase dan 2 fase. Didapatkan solusi yaitu simpang dipasang sinyal pada lengan Utara dan lengan Barat dengan waktu siklus 40 detik. Sementara untuk lengan Timur tidak dipasang sinyal dan dilarang belok kanan. Nilai tundaan yang didapatkan dari hasil tersebut adalah 11,03 detik/smp untuk lengan Utara dan 15,09 detik/smp untuk lengan Barat. *Level of Service* (LOS) yang dihasilkan dari kedua lengan tersebut adalah B untuk lengan Utara dan lengan Barat.

Kata kunci: simpang, Vissim, derajat kejenuhan, tundaan

ABSTRACT

The unsignalized intersection in Cihanjuang, Cimahi City is often crowded with vehicles from various places. The main access to strategic places and connecting roads between cities is the reason why the intersection area is said to be congested. This study aims to analyze and evaluate the performance of the Cihanjuang intersection in the existing conditions and then look for alternative solutions to make the performance of the intersection more optimal.

The method used is to collect data such as vehicle volume, geometric intersection, driving behaviour, vehicle speed, data on the number of motorized vehicles, and data on population. Then process the data manually with the guidance of MKJI 1997 and input the data into Vissim so that it can model the existing conditions at the intersection. Modelling using Vissim can make it easier to create scenarios or alternative solutions.

Based on the modelling of the existing condition of the Cihanjuang Intersection, the values of the Degree of Saturation (DS) for each arm were obtained, namely: North arm 0,56; West arm 1,82; and the East arm 0,74. This shows that the condition of the West arm is saturated and a solution needs to be made in the form of signal installation. The rules for installing signals must comply with the requirements of the Minister of Transportation regarding the assessment of the function of road sections. Primary Arterial Roads must have at least Level of Service (LOS) B. Meanwhile, Secondary Arterial Roads have at least LOS C values. After conducting the analysis, a scenario design with 3 phases and 2 phases is obtained. The solution was found, namely the intersection of the signals installed on the North arm and West arm with a cycle time of 40 seconds. Meanwhile for the East arm, no signal is installed and right turns are prohibited. The delay value obtained from these results is 11,03 seconds/pcu for the North arm and 15,09 seconds/pcu for the West arm. The Level of Service (LOS) resulting from the two arms is B for the North arm and the West arm.

Keywords: intersection, Vissim, degree of saturation, delay

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang mencakup seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukkan bagi lalu lintas, baik pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah atau air, maupun di dalam permukaan air. Penyelenggaraan jalan harus melihat jalan sebagai suatu kesatuan sistem jaringan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat kegiatan.

Simpang merupakan suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang juga merupakan titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih (Pignataro, 1973). Dengan pengertian tersebut, maka suatu simpang harus dilengkapi dengan pengaturan yang tepat karena merupakan titik kritis dalam awal pergerakan lalu lintas.

Terkait permasalahan di jalan raya, Kota Cimahi kerap kali mengalami kemacetan seperti yang dialami kebanyakan kota lainnya. Hal yang mengakibatkan kemacetan dapat ditinjau dari berbagai faktor, mulai dari kepadatan penduduk, banyaknya kawasan industri, hingga jalur “lewatan” yang menghubungkan tiga wilayah besar di kawasan Bandung Raya, yaitu Kota Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kota Cimahi sendiri. Salah satu titik yang sering terdampak kemacetan adalah Simpang Cihanjuang, terutama ketika jam-jam sibuk pagi dan sore hari. Simpang Cihanjuang merupakan simpang tidak bersinyal yang menghubungkan ketiga kawasan tersebut.

Simpang Cihanjuang merupakan pertemuan antara ruas Jalan Cihanjuang di lengan Utara serta ruas Jalan Cibabat di lengan Barat dan Timur.

Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Tampak Satelit
(Sumber: *Google Earth Pro*)

Jalan Raya Cibabat atau dapat dikenal dengan Jalan Jenderal Haji Amir Machmud merupakan Ruas Jalan Nasional Nomor 3 yang menghubungkan antara Kabupaten Bandung Barat di sebelah Barat dan Kota Bandung di sebelah Timur. Dengan total panjang 4320 m dan lebar 11 m (Badan Pusat Statistik Kota Cimahi, 2020), jalan tersebut menjadi akses utama bagi masyarakat Kota Cimahi yang hendak menuju Kota Bandung dan Kabupaten Bandung Barat maupun sebaliknya tanpa melewati jalan tol. Berpotongan dengan Jalan Raya Cibabat, terdapat Jalan Cihanjuang, atau juga disebut Jalan Daeng Muhammad Ardiwinata di sebelah Utara. Jalan tersebut merupakan akses menuju wilayah Cimahi Utara dan Kantor Pusat Pemerintahan Kota Cimahi, hingga menghubungkan kawasan Lembang.

Pertemuan volume kedua jalan tersebut menyebabkan sering terjadinya penumpukan kendaraan pada lengan Barat (Jalan Raya Cibabat). Selain itu, pada jam-jam sibuk, pada lengan Utara (Jalan Cihanjuang) kerap kali terjadi antrean panjang yang diakibatkan jalan kecil satu lajur ke arah Selatan. Sementara itu, untuk arus kendaraan dari lengan Timur (Jalan Cibabat), tidak diperbolehkan belok kanan ke Utara. Hal ini kerap menimbulkan penumpukan kendaraan antara kendaraan dari Timur dan Utara. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Cimahi Tahun 2019, volume lalu lintas di Jalan Cihanjuang pada jam puncak adalah 1513 smp/jam dengan kapasitas ruas jalan sebesar 1480 smp/jam, sehingga nilai rasio V/C nya adalah sebesar 1,02. Apabila nilai $V/C > 1,00$, maka tingkat pelayanan jalan atau *Level of Service (LOS)* menurut Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, dikategorikan berada pada tingkat F.

Kemacetan pada simpang tersebut tentunya berdampak pada mobilitas masyarakat sekitar. Pertemuan ruas jalan pada Simpang Cihanjuang dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan 1.3 berikut.



Gambar 1.2 Simpang Tampak dari Lengan Utara



Gambar 1.3 Simpang Tampak dari Lengan Barat dan Timur

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, diperlukan evaluasi terhadap kinerja Simpang Cihanjuang. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi usulan alternatif solusi bagi kemacetan yang sering terjadi di simpang tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Bagaimana kinerja Simpang Cihanjuang pada kondisi *eksisting*?
2. Bagaimana perbaikan kinerja Simpang Cihanjuang agar permasalahan yang terjadi pada simpang tersebut dapat teratasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kinerja Simpang Cihanjuang yang tak bersinyal pada kondisi *eksisting*.
2. Mengembangkan alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja pada Simpang Cihanjuang sehingga permasalahannya dapat teratasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan usulan atau masukkan kepada Dinas Perhubungan Kota Cimahi untuk meningkatkan kinerja Simpang Cihanjuang agar pengguna jalan merasakan dampaknya berupa kelancaran dan kenyamanan dalam berlalu lintas.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan pada penelitian ini, maka diberikan batasan-batasan. Berikut merupakan batasan-batasan untuk penelitian ini.

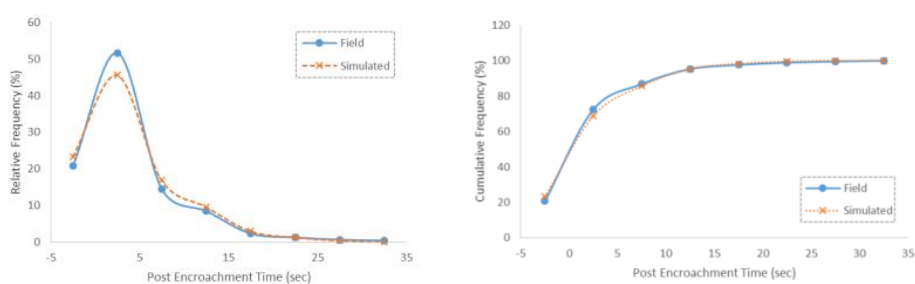
1. Ruang wilayah studi dibatasi wilayah operasi Simpang Cihanjuang, Kota Cimahi, Jawa Barat.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengamatan dan penelitian langsung di lapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Cimahi dan Dinas Perhubungan Kota Cimahi.
3. Metode analisis dan evaluasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan mikrosimulasi Vissim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Parameter Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Killi dan Vedagiri (2014) melakukan penelitian tentang pengembangan model proaktif berdasarkan tingkat keselamatan untuk mengevaluasi keselamatan yang lebih efektif pada persimpangan tidak bersinyal Central Avenue Technology St. di Hiranandani Gardens Powai, Mumbai, India. Data penelitian didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan sehingga didapatkan data berupa volume lalu lintas dan komposisi kendaraan yang direkam menggunakan kamera digital. Hasil pengamatan dan hasil simulasi dibandingkan dengan metode *Post Encroachment Time* (PET) karena dianggap indikator yang dapat diandalkan untuk kecelakaan yang sering terjadi di persimpangan. Dari hasil perbandingan yang telah didapat, selanjutnya diplot ke dalam grafik frekuensi relatif dan frekuensi kumulatif. Pada Gambar 2.1 berikut merupakan hasilnya yang ditampilkan berupa kurva frekuensi relatif dan kurva frekuensi kumulatif.



Gambar 2.1 Kurva Frekuensi Relatif dan Kumulatif

(Sumber: Killi dan Vedagiri, 2014)

Hasilnya didapatkan bahwa uji lapangan dan uji simulasi tidak ada perbedaan yang signifikan dan relatif hampir sama. Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai PET yang sangat kecil, dengan kisaran 25% - 40% dalam rentang negatif dan 40% - 50% kurang dari 5 detik, sehingga persimpangan tidak bersinyal

tersebut tidak aman dan perlunya pencegahan seperti penggunaan sinyal, mengurangi volume kendaraan, dll.

Jamin dan Munawar (2017) melakukan penelitian tentang penilaian kinerja simpang tak bersinyal di persimpangan Munjul, Siliwangi, PLN, dan Bundaran Tugu, Kabupaten Bandung, serta melakukan analisis untuk mendapatkan solusi manajemen lalu lintas pada simpang tersebut. Penelitian ini menggunakan data primer dengan survei volume lalu lintas dengan berdasarkan kondisi waktu puncak. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa Simpang Munjul, Simpang PLN, Simpang Siliwangi, dan Bundaran Tugu, memiliki derajat kejenuhan sebesar 1,41; 0,96; 0,71; dan 0,63. Dan untuk Simpang Munjul sendiri memiliki persentase peluang antrean yang tinggi yaitu sebesar 83% - 100%. Dikarenakan simpang-simpang tersebut sudah dinyatakan jenuh, maka didapatkan solusi berupa penambahan sinyal hanya pada ketiga simpang yang derajat kejenuhannya mendekati 0,75, yaitu Simpang Munjul, Siliwangi, dan PLN. Setelah dilakukan simulasi Vissim, didapatkan skenario pemasangan sinyal dengan 3 fase.

2.2 Metode Analisis Kinerja Simpang dengan Software Vissim

Nyame-Baafi dkk. (2018) melakukan penelitian tentang penentuan volume lalu lintas sebagai panduan dalam pemasangan jalur belok kiri di persimpangan tidak bersinyal Dr. Osei Tuffour Bypass-Osei Nkwantabisa Avenue, Ghana. Data pada penelitian didapatkan dengan cara mengamati langsung di lapangan dan didapatkan data berupa data geometri jalan, panjang antrean, tundaan, dan data permintaan yaitu volume lalu lintas yang direkam dengan menggunakan kamera digital. Selanjutnya data-data tersebut akan diolah dalam simulasi Vissim. Hasil pengamatan di lapangan didapatkan tundaan rata-rata yang dialami jalan kecil adalah 56 detik/kendaraan. Dan setelah melakukan 10 kali simulasi Vissim, diperoleh tundaan rata-rata 50 detik/kendaraan. Kedua nilai tersebut dibandingkan dengan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menentukan tingkat perbedaan secara statistik. Hasilnya menunjukkan $F(0,494) < F_{\text{kritis}}(5,591)$ dan nilai $P(0,505) > \alpha(0,05)$. Hal itu menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara tundaan di lapangan dengan simulasi. Selain dengan menggunakan perbandingan

tundaan, penelitian ini pun menggunakan perbandingan aliran masuk. Pada perbandingan tersebut digunakan uji *Geoffrey E. Havers* (GEH) yang menunjukkan bahwa pada lengan Barat nilai GEH sebesar 1,8; lengan Timur sebesar 1,4; dan lengan selatan sebesar 2,8. Jika nilai $GEH < 5$ menunjukkan bahwa perbandingan aliran masuk di lapangan dan di simulasi dapat dianggap baik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara uji lapangan dengan uji simulasi *Vissim*. Selain itu, dihasilkan pula suatu persamaan $y = -0,57x + 1091$ untuk menghitung batas atas belok kiri (y) dan batas bawah belok kiri (x).

Muchlisin dkk. (2019) melakukan penelitian tentang pengoptimasian simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal di persimpangan Imogiri Barat dan Tritunggal, Yogyakarta. Data pada penelitian ini didapatkan dari pengamatan langsung di lokasi penelitian yaitu dengan mencatat jumlah kendaraan yang melewati simpang tersebut secara manual. Lalu, data-data yang telah didapatkan di lapangan dimasukkan ke *Software Vissim*. Parameternya meliputi jaringan jalan, area konflik, rute kendaraan, jenis kendaraan, hambatan samping, perilaku pengemudi, dan dilakukan evaluasi data. Hasilnya adalah didapatkan volume lalu lintas tertinggi mencapai 13206 kendaraan/hari dan volume terendah mencapai 8800 kendaraan/hari. Hal tersebut menandakan bahwa simpang tersebut membutuhkan sinyal. Selanjutnya, penelitian ini membahas tentang skenario penambahan sinyal pada simpang tersebut. Berdasarkan permodelan melalui *Vissim*, skenario dengan pemberian sinyal 3 fase dengan LTOR (*Left Turn on Red*) menjadi pilihan dan selain itu diusulkan untuk melakukan pelebaran jalan.

Saputro dkk. (2018) melakukan penelitian mengenai kajian simpang tiga tak bersinyal Kariangau di Jalan Soekarno-Hatta KM 5,5, Balikpapan Utara, lalu dilakukan permodelan pada *Vissim* hingga menjadi simpang bersinyal. Data penelitian didapatkan dengan pengamatan langsung dibantu dengan alat *counting* untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat pada simpang tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan arus lalu lintas sebesar 5096,6 smp/jam, derajat kejenuhan sebesar 2,28, tundaan sebesar 1,06 det/smp, dan peluang antreannya berkisar antara 252% - 649%. Setelah dilakukan simulasi dengan asumsi simpangbersinyal, dapat dibuktikan bahwa pengkajian simpang tersebut dapat

menurunkan besarnya derajat kejenuhan hingga sebesar 1,52 atau hampir 70%. Setelah itu akan dianalisis keefektifannya dari simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal menggunakan Vissim.

2.3 Kinerja Simpang Cihanjuang

Simpang Cihanjuang merupakan simpang tiga lengan tak bersinyal yang merupakan titik perpotongan antara Jalan Nasional (Jalan Cibabat) dan Jalan Arteri Sekunder (Jalan Cihanjuang). Karena padatnya mobilitas untuk yang menuju atau berasal dari kawasan Cimahi Utara, kerap kali pada lengan Utara (Jalan Cihanjuang) terjadi antrean cukup panjang. Dinas Perhubungan Kota Cimahi (2019) menjelaskan bahwa selain volume lalu lintas yang tinggi, kapasitas jalan yang tidak memadai pun menjadikan lengan Utara pada simpang tersebut sering terjadi penumpukan kendaraan, terutama pada jam-jam sibuk. Faktor hambatan samping, seperti angkutan kota yang berhenti di pinggir jalan, lalu lalang orang menyeberang, dan kendaraan yang keluar-masuk pertokoan, menjadi permasalahan selanjutnya dari simpang tersebut. Data dari Dinas Perhubungan Kota Cimahi menyebutkan bahwa tingkat pelayanan pada Jalan Cihanjuang berada pada tingkat terendah saat arus lalu lintas normal di jam-jam puncak.

Penulis tertarik untuk meneliti simpang tersebut dikarenakan pentingnya lokasi tersebut terhadap mobilitas di Kota Cimahi umumnya dan terhadap wilayah strategis seperti Kantor Pemerintahan Kota Cimahi, kawasan wisata, dan tempat hiburan masyarakat khususnya.

2.4 Perbandingan Hasil Penelitian yang Telah Dilakukan

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh rincian perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian Sebelumnya				Penelitian yang Akan Dilakukan
Aspek	Killi dan Vedagiri (2014)	Nyame-Baafi, dkk (2018)	Muchlisin, dkk (2019)	Irham (2022)
Judul Penelitian	<i>Proactive Evaluation of Traffic Safety at An Unsignalized Intersection Using Microsimulation</i>	<i>Volume Warrants for Major and Minor Roads Left-Turning Traffic Lanes at Unsignalized T-Intersections: A Case Study Using VISSIM Modelling</i>	<i>Optimization Model of Unsignalized Intersection to Signalized Intersection Using PTV VISSIM: Study Case in Imogiri Barat and Tritunggal Intersection, Yogyakarta, Indonesia</i>	Analisis dan Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Cihanjuang, Kota Cimahi, Jawa Barat
Metode Penelitian	Menghitung nilai <i>Post Encroachment Time</i> (PET) di lapangan, lalu melakukan simulasi dan permodelan menggunakan <i>software</i> Vissim.	Melakukan pengamatan langsung di persimpangan, lalu dimodelkan dengan <i>software</i> Vissim melalui bantuan <i>Google Earth</i> .	Melakukan survei langsung di lapangan dan memasukkan datanya dalam permodelan menggunakan program Vissim.	Menganalisis kondisi <i>exisiting</i> simpang lalu membuat solusi permasalahan dengan pemasangan sinyal menggunakan bantuan Vissim.
Lokasi Penelitian	Persimpangan <i>Central Avenue-Technology St.</i> di Hiranandani Gardens Powai, Mumbai, India	Persimpangan Dr. Osei Tuffour Bypass-Osei Nkwantabisa Avenue, Ghana	Persimpangan Imogiri Barat dan Tritunggal, Yogyakarta	Kelurahan Cibabat, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat

(Sumber: Killi dan Vedagiri (2014), Nyame-Baafi, dkk (2018), dan Muchlisin, dkk (2019))

Tabel 2.2 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian Sebelumnya			Penelitian yang Akan Dilakukan
Aspek	Jamin dan Munawar (2017)	Saputro, dkk (2018)	Irham (2022)
Judul Penelitian	Model Simulasi Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Dengan Program Vissim	Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau KM 5,5 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan Utara, Menggunakan Permodelan Vissim Menjadi Simpang Bersinyal	Analisis dan Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Cihanjuang, Kota Cimahi, Jawa Barat
Metode Penelitian	Melakukan survei langsung di lapangan lalu melakukan analisis dengan <i>Software</i> Vissim	Melakukan pengamatan langsung lalu melakukan perhitungan dengan asumsi simpang bersinyal dengan Vissim.	Menganalisis kondisi <i>existing</i> simpang lalu membuat solusi permasalahan dengan pemasangan sinyal menggunakan bantuan Vissim.
Lokasi Penelitian	Simpang Munjul, Simpang Siliwangi, Simpang PLN, dan Simpang Bundaran Tugu, Kabupaten Bandung	Simpang tiga Kariangau, Jalan Soekarno-Hatta KM 5,5, Kelurahan Karang Joang, Balikpapan Utara	Kelurahan Cibabat, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat

(Sumber: Jamin dan Munawar (2017) dan Saputro, dkk (2018))

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian pertama yang dikerjakan oleh Deepak V. Killi dan P. Vedagiri adalah pada metode penelitiannya. Killi, dkk menggunakan metode *Post Enroachment Timr* (PET) yaitu metode untuk mengindikasikan tingkat kecelakaan di persimpangan. Sementara, penelitian ini menggunakan penilaian derajat kejenuhan (DS) yang berpedoman pada MKJI 1997 untuk mengindikasikan kejenuhan suatu simpang.

Penelitian kedua yang dikerjakan oleh Eric Nyame Baafi dkk., menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk membandingkan nilai tundaan di lapangan dengan tundaan di *Vissim* dan menggunakan uji validasi GEH untuk membandingkan volume kendaraan. Sementara, penelitian ini menggunakan uji GEH untuk memvalidasi hasil *eksisting* dan hasil dari *Vissim*.

Pada penelitian ketiga yang dikerjakan oleh Muchlisin dkk., menggunakan cara analisis yang sama dengan penelitian ini. Akan tetapi, pada penelitian Muchlisin, dkk memberikan solusi berupa 3 fase sinyal dan pelebaran jalan. Sedangkan pada penelitian ini memberikan 5 alternatif solusi dengan menggunakan 3 dan 2 fase sinyal.

Pada penelitian selanjutnya yang dikerjakan oleh Awaludin Jamin dan Ahmad Munawar menggunakan cara analisis yang sama dengan penelitian ini. Akan tetapi Jamin dan Munawar meneliti di empat lokasi simpang yang berbeda dan saling berkaitan. Sedangkan pada penelitian ini hanya meneliti satu persimpangan saja.

Pada penelitian kelima yang dikerjakan oleh Saputro dkk., menggunakan *counting* untuk menghitung volume kendaraan yang melewati simpang. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan kamera digital untuk merekam kondisi simpang dan menghitungnya secara manual. Untuk metode analisisnya dapat dibilang sama.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Lalu Lintas

Sesuai dengan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, pada Bab 1 Ketentuan Umum Pasal 1, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Pada bab yang sama, dijelaskan pula pengertian ruang lalu lintas jalan, yaitu merupakan prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan serta fasilitas pendukungnya.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), lalu lintas adalah berjalan bolak-balik/hilir mudik, perihal perjalanan di jalan, dan perhubungan antara satu tempat dengan tempat yang lain.

3.2 Manajemen Lalu Lintas

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung, dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Underwood (1990) menjelaskan bahwa manajemen lalu lintas merupakan pengorganisasian, pengaturan, dan pengendalian lalu lintas baik yang diam maupun yang bergerak, termasuk pejalan kaki, pengendara sepeda, dan semua jenis kendaraan.

3.3 Simpang

Menurut Khisty (2005) dalam A. Maulana (2021), dijelaskan bahwa simpang merupakan Daerah umum dimana dua jalan atau lebih bersimpangan atau bergabung, yang di dalamnya termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

Simpang merupakan tempat yang sering menimbulkan konflik akibat pergerakan dari kendaraan-kendaraan yang saling bertemu atau bersilangan. Oleh karena itu, simpang menjadi tempat yang rawan terhadap kecelakaan.

3.3.1 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan percabangan atau persimpangan yang memiliki lebih dari 2 lengan serta dilengkapi dengan sinyal atau lampu lalu lintas. Pada umumnya sinyal digunakan untuk menghindari kemacetan akibat konflik arus yang terjadi di persimpangan dan untuk meminimalisir angka kecelakaan antar kendaraan dari arah berlawanan. Gambar 3.1 berikut merupakan contoh kondisi simpang bersinyal.



Gambar 3.1 Kondisi Simpang Bersinyal

(Sumber: kompas.com, 2020)

Dalam melakukan pengaturan pada simpang bersinyal, harus terlebih dahulu mengetahui kapasitas lalu lintas dan perilaku pengguna lalu lintas. Dan sebelum mengetahui dua hal tersebut, perlu ditentukan dahulu fase dan waktu siklus yang sesuai untuk kondisi simpang yang ditinjau. Dalam MKJI 1997, dijelaskan bahwa fase merupakan bagian dari siklus sinyal dengan lampu lalu lintas yang disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas. Sedangkan waktu siklus adalah waktu urutan lengkap dari indikasi sinyal dalam satuan detik.

3.3.2 Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal merupakan persimpangan yang memiliki lebih dari 2 lengan dan tidak dilengkapi dengan sinyal atau lampu lalu lintas. Berdasarkan MKJI 1997, simpang tak bersinyal yang memiliki 3 dan 4 lengan secara formil diatur oleh aturan dasar lalu lintas Indonesia dimana di dalamnya menjelaskan bahwa memberikan jalan untuk kendaraan dari arah kiri. Pada Gambar 3.2 berikut merupakan contoh konflik yang terjadi di kawasan simpang tak bersinyal.



Gambar 3.2 Kondisi Simpang Tak Bersinyal

Parameter yang diperlukan dalam menganalisis kinerja simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut.

1. Kapasitas

Kapasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam) atau satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Kapasitas total (C) didapatkan dari hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor penyesuaian (F). (MKJI, 1997)

Rumus kapasitas total seperti pada rumus 3.1 berikut:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (3.1)$$

Keterangan:

F_W = lebar rata-rata pendekat

F_M = tipe median jalan utama

F_{CS} = kelas ukuran kota

F_{RSU} = rasio kendaraan tidak bermotor

F_{LT} = rasio belok kiri

F_{RT} = rasio belok kanan

F_{MI} = rasio arus jalan minor

2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio atau perbandingan arus lalu lintas terhadap kapasitas. Biasanya derajat kejenuhan dihitung per jam. (MKJI, 1997)

Rumus 3.3 berikut merupakan rumus untuk menghitung DS:

$$DS = Q_{smp} / C \quad (3.2)$$

Keterangan:

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

$= Q_{kendaraan} \times F_{smp}$

F_{smp} = faktor satuan mobil penumpang

$= (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%) / 100$

C = kapasitas total dengan satuan smp/jam

3. Tundaan

Tundaan yaitu waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan terdiri dari dua macam, yaitu tundaan lalu lintas (DT) yang diakibatkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lain pada simpang dan tundaan geometri (DG) yang diakibatkan percepatan dan perlambatan. (MKJI, 1997)

DT didapatkan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan (DS) sebagai variable bebasnya. Sementara itu, DG didapatkan dari rumus 3.4 berikut.

- Untuk $DS < 1,0$ (3.3)

$$DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4, \text{ satuan detik/smp}$$

- Untuk $DS \geq 1,0$ (3.4)

$$DG = 4, \text{ satuan detik/smp}$$

Keterangan:

P_T = rasio arus belok terhadap arus total

Tundaan pada simpang adalah berdasarkan asumsi sebagai berikut.

- Kecepatan referensi 40 km/jam
- Kecepatan belok kanan tak terhenti 10 km/jam
- Tingkat percepatan dan perlambatan 1,5 m/detik²

4. Peluang Antrean

Peluang antrean dengan lebih dari dua kendaraan pada daerah pendekat pada simpang tak bersinyal. Rentang nilainya ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrean dengan derajat kejenuhan. (MKJI, 1997). Rumus 3.5 dan 3.6 berikut adalah yang digunakan untuk menghitung rentang peluang antrean.

$$9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3, \text{ dan} \quad (3.5)$$

$$47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \quad (3.6)$$

3.4 Tingkat Pelayanan Pada Simpang

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan merupakan ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Sudibyo dkk. (2017) menyatakan bahwa tingkat pelayanan merupakan indikator kemampuan jalan dalam memberikan pelayanan lalu lintas, khususnya lalu lintas darat.

Suatu simpang dapat diukur tingkat pelayanannya dengan skala huruf A hingga F, yang menandakan penilaian terbaik hingga terburuk. Pada Tabel 3.10 berikut merupakan tingkat pelayanan suatu simpang yang diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 tahun 2015.

Tabel 3.1 Tingkat Pelayanan Simpang

Level of Service	Delay (s/veh)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	$> 60,0$

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 96, 2015)

3.5 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) merupakan prasarana lalu lintas berupa perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu (dapat dilengkapi bunyi) untuk mengatur lalu lintas kendaraan ataupun orang pada suatu persimpangan atau pada ruas jalan. APILL memiliki sifat perintah atau larangan, sehingga harus lebih diutamakan daripada rambu lalu lintas dan marka jalan.

Berikut merupakan ketentuan-ketentuan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

1. APILL merupakan perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan.
2. APILL terdiri dari
 - a. Lampu dengan tiga warna: untuk mengatur kendaraan
 - b. Lampu dengan dua warna: untuk mengatur kendaraan dan/atau pejalan kaki
 - c. Lampu dengan satu warna: untuk memberi peringatan kepada pengguna jalan
3. Susunan lampu pada APILL yang dimaksud pada ayat 2 huruf a adalah cahaya merah, lalu cahaya kuning, kemudian cahaya hijau (merah-kuning-hijau).

4. Susunan lampu pada APILL yang dimaksud pada ayat 2 huruf b adalah cahaya merah dan cahaya hijau (merah-hijau).
5. Lampu pada APILL yang dimaksud pada ayat 2 huruf c adalah cahaya berwarna merah atau kuning kelap-kelip.
6. Komponen utama Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah:
 - a. Luminer
 - b. Tiang Penyangga
 - c. Bangunan konstruksi pondasi
 - d. Perangkat kendali
 - e. Kabel instalasi

3.6 Simulasi Mikroskopik Lalu Lintas

Menurut *Planung Transport Verkehr Aktiengesellschaft* (PTV AG) (2011) dalam Pebriyetti dkk. (2017), Vissim merupakan perangkat lunak (*software*) multimoda simulasi lalu lintas dalam cakupan mikro. *Software* Vissim dikembangkan di Karlsruhe, Jerman, dan diluncurkan pada tahun 1992. Dalam Bahasa Jermanannya yaitu *Verkehr Stadten – SIMulationsmodell* yang memiliki arti model simulasi lalu lintas perkotaan. Simulasi multimoda berarti *software* ini mampu untuk mensimulasikan lebih dari satu jenis lalu lintas yang dapat saling berinteraksi. Jenis-jenis lalu lintas yang dapat disimulasikan adalah seperti *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, LRT), *cycles* (sepeda, sepeda motor), hingga pejalan kaki.

Vissim digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi berbagai alternatif rekayasa lalu lintas agar lebih efektif dan efisien. Selain itu dapat juga digunakan untuk menampilkan simulasi berbagai jenis kendaraan, seperti *Light Vehicle* (LV), *Heavy Vehicle* (HV), *Motorcycle* (MC), dan *Unmotorized* (UM), dalam permodelan tiga dimensi (3D) secara detail. Komponen lain seperti pepohonan, rambu lalu lintas, hingga bangunan dapat dimasukkan ke dalam permodelan tiga dimensi.

Software Vissim mempunyai fungsi kalibrasi yaitu merupakan proses penginputan data-data yang dijadikan variabel atau parameter dalam permodelan. Ketika semua data telah dimasukkan, diharapkan dapat menampilkan kondisi lalu lintas yang mirip sesuai dengan kondisi di lapangan. Sementara itu ada fungsi

validasi yaitu untuk menguji keabsahan atau kebenaran dari proses kalibrasi sebelumnya. Caranya adalah dengan membandingkan antara hasil pengamatan di lapangan dengan hasil simulasi. Apabila volume lalu lintas yang dihasilkan oleh Vissim (simulasi) mendekati volume lalu lintas yang didapatkan ketika pengamatan di lapangan, maka permodelan tersebut telah dianggap sesuai.

Melalui situs web Vissim, *software* ini diklaim merupakan simulator lalu lintas yang paling canggih dan fleksibel di dunia. Hasilnya dipercaya oleh otoritas publik di seluruh dunia, serta didukung komunitas pengguna yang kuat. Vissim dapat mensimulasikan interaksi antar kendaraan yang kompleks secara realistis pada tingkatan kecil atau mikroskopis, modelnya diperhatikan secara rinci, dan dapat menghemat waktu agar efisien dalam penggunaannya.

Metode yang digunakan untuk memvalidasi hasil simulasi Vissim adalah dengan rumus dasar *chi-square* berupa rumus statistik *Geoffrey E. Havers* (GEH). GEH merupakan rumus statistik yang menggabungkan perbedaan nilai relatif dan mutlak. Ada pula rumus *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) atau rata-rata deviasi persentase absolut yaitu persentase antara data sebenarnya dengan data simulasi. Rumus 3.13 berikut merupakan rumus dari perhitungan GEH dan MAPE.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulated} - q \text{ observed})^2}{0,5 \times (q \text{ simulated} + q \text{ observed})}} \quad (3.7)$$

Keterangan:

q simulated = volume lalu lintas hasil simulasi (kendaraan/jam)

q observed = volume lalu lintas hasil pengamatan (kendaraan/jam)

Apabila nilai $GEH < 5,0$, maka hasil perhitungan dapat diterima dan valid; apabila nilainya $5,0 < GEH \leq 10,0$, maka perlu menjadi perhatian karena ada kemungkinan model *error*; dan apabila nilai $GEH > 10,0$, maka hasil perhitungan tidak dapat diterima atau tidak valid.

BAB IV

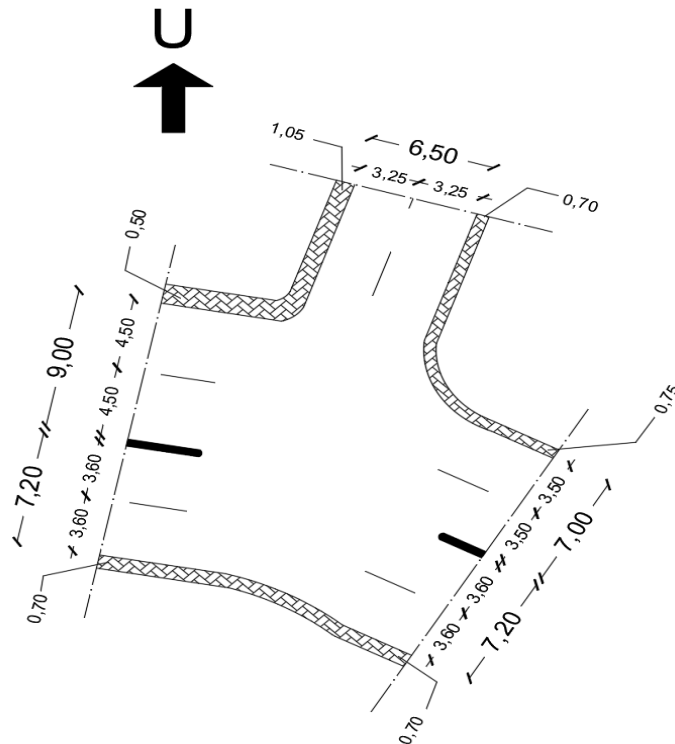
METODE PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebagian besar menggunakan data primer atau data yang didapatkan langsung dari lapangan. Selain itu didapatkan juga data sekunder yang berasal dari beberapa sumber. Berikut merupakan data-data yang telah didapatkan.

4.1.1 Data Geometri Simpang

Geometri simpang berisikan geometri pada simpang Cihanjuang. Data yang didapatkan meliputi lebar lajur, lebar jalur, lebar median, dan lebar trotoar. Kondisi geometri dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Sketsa Geometri Simpang

4.1.2 Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan diperlukan untuk menentukan kapasitas pada simpang. Kondisi lingkungan dibagi menjadi tipe lingkungan simpang dan hambatan samping seperti berikut.

1. Tipe Lingkungan Simpang

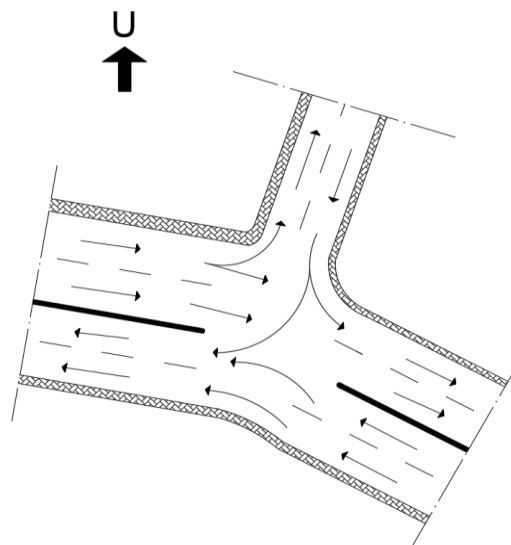
Lingkungan simpang dikategorikan menurut tata guna lahannya. Selain itu, aksesibilitas dan aktivitas di sekitar simpang pun menjadi acuan untuk mengkategorikan tipe lingkungan simpang. Berdasarkan pengamatan pada simpang Cihanjuang, terdapat beberapa warung makan, *minimarket*, dan pertokoan, sehingga kawasan simpang termasuk lahan komersial.

2. Hambatan Samping

Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan mempertimbangkan aktivitas dari pejalan kaki, pengendara yang berhenti, dan pengendara yang keluar masuk di suatu kawasan simpang. Berdasarkan hasil pengamatan, hambatan samping pada simpang Cihanjuang merupakan kategori tinggi.

4.1.3 Arah Pergerakan Kendaraan

Arah pergerakan kendaraan pada simpang Cihanjuang dari setiap lengannya dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Sketsa Arah Pergerakan Kendaraan

4.1.4 Volume Lalu Lintas

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas kendaraan yang melintas pada simpang Cihanjuang. Setelah melakukan survei pendahuluan sebelumnya, diambil perhitungan volume lalu lintas pada jam puncak selama 2 jam pada hari Senin pukul 06.45 – 08.45 WIB. Jumlah kendaraan direkap setiap 15 menit dan dikelompokkan menjadi kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tak bermotor (UM). Data perhitungan arus kendaraan dari arah Utara, dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4.1 Volume Kendaraan dari Lengan Utara

Utara ke Barat				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	53	3	219	2
07.00-07.15	46	3	219	1
07.15-07.30	50	4	228	0
07.30-07.45	54	1	227	1
07.45-08.00	53	2	223	0
08.00-08.15	46	7	225	1
08.15-08.30	49	1	211	1
08.30-08.45	45	2	208	2
Total	396	23	1760	8

Utara ke Timur				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	26	1	146	2
07.00-07.15	32	0	144	1
07.15-07.30	35	5	152	2
07.30-07.45	38	4	144	2
07.45-08.00	31	1	141	1
08.00-08.15	32	2	146	0
08.15-08.30	37	0	132	1
08.30-08.45	33	2	138	1
Total	264	15	1143	10

Data perhitungan arus kendaraan dari arah Barat, dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Volume Kendaraan dari Lengan Barat

Barat ke Utara				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	27	2	219	1
07.00-07.15	31	2	221	0
07.15-07.30	41	4	251	3
07.30-07.45	33	1	243	2
07.45-08.00	24	1	214	2
08.00-08.15	30	2	211	1
08.15-08.30	28	2	255	0
08.30-08.45	31	1	241	0
Total	245	15	1855	9

Barat ke Timur					
Waktu	LV	HV	MC	UM	Bus
06.45-07.00	197	3	1354	3	2
07.00-07.15	193	4	1386	2	2
07.15-07.30	206	3	1375	5	4
07.30-07.45	203	2	1394	5	2
07.45-08.00	195	4	1410	1	1
08.00-08.15	200	4	1383	4	2
08.15-08.30	191	2	1377	3	2
08.30-08.45	198	3	1325	2	3
Total	1583	25	11004	25	18

Data perhitungan arus kendaraan dari arah Timur, dapat dilihat pada Tabel 4.3 di halaman selanjutnya.

Tabel 4.3 Volume Kendaraan dari Lengan Timur

Timur ke Barat					
Waktu	LV	HV	MC	UM	Bus
06.45-07.00	112	2	1062	3	3
07.00-07.15	109	2	1053	2	4
07.15-07.30	106	4	1036	4	2
07.30-07.45	109	5	1031	6	7
07.45-08.00	111	3	1055	4	4
08.00-08.15	101	1	1072	5	5
08.15-08.30	106	5	1082	3	2
08.30-08.45	114	3	1077	4	3
Total	868	25	8468	31	30

Untuk data dari lengan lainnya, dapat dilihat pada Lampiran 1. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan disimulasikan menggunakan Vissim.

4.1.5 Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Cimahi untuk mengetahui ukuran Kota Cimahi dalam menentukan Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{Cs}). Untuk datanya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

4.1.6 Jumlah Kendaraan Bermotor

Jumlah kendaraan bermotor didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Cimahi. Untuk datanya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

4.1.7 Data *Driving Behavior*

Driving Behavior merupakan perilaku pengemudi ketika di jalan raya ketika berhenti dan berjalan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur jarak antar kendaraan depan dan belakang, serta kendaraan sebelah kanan dan kirinya. Pada Tabel 4.4 berikut merupakan data rerata pengukuran jarak antar kendaraan pada tiap lengan.

Tabel 4.4 Data Rerata Driving Behavior

Lengan	Depan - Belakang		Kanan - Kiri	
	Berhenti (m)	Berjalan (m)	Berhenti (m)	Berjalan (m)
Utara	0,44	0,95	-	-
Barat	0,49	1,02	0,56	0,58
Timur	0,59	1,11	0,62	0,65

Untuk data rekapitulasinya pada seluruh, dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.1.8 Survei Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan disurvei dengan menggunakan alat *speed gun* dan dilakukan di dekat simpang. Tabel 4.5 pada halaman selanjutnya merupakan data kecepatan kendaraan pada lengan Barat. Data cukup diambil 12 sampel saja karena kecepatannya sudah dianggap homogen.

Tabel 4.5 Data Kecepatan Kendaraan Ringan Lengan Barat

No	Waktu (menit)	Kecepatan (kph) U0	Lajur	Cos α (°)	Uk (kph)	Uk Rata – Rata (kph)
		LV				
1	5	27	1	0,99373	27,17	28,18
2						
3		29	1	0,99373	29,18	
4						
5						
6						
1	10					33,77
2						
3		29	2	0,94749	30,61	
4						
5		35	2	0,94749	36,94	
6						
1	15	33	2	0,94749	34,83	32,72
2						
3						
4		29	2	0,94749	30,61	
5						
6						
1	20					28,50
2						
3		32	2	0,94749	33,77	
4		22	2	0,94749	23,22	
5						
6						
1	25	37	1	0,99373	37,23	33,39
2		28	2	0,94749	29,55	
3						
4						
5						
6						
1	30	35	1	0,99373	35,22	32,85
2		30	2	0,94749	31,66	
3						
4						
5						
Rata-rata LV Barat					31,67	

r =	20	m
d1 =	2,25	m
d2 =	6,75	m

cos $\alpha 1$ =	0,99373
cos $\alpha 2$ =	0,94749

Keterangan:

U_0 = kecepatan awal (kilometer per hours/kph)

U_k = kecepatan setelah konversi (kph)

$\cos \alpha$ = sudut kemiringan antara penembak dengan kendaraan ($\sqrt{\frac{r}{r^2+d^2}}$)

r = jarak antara penembak dengan kendaraan

d = jarak antara penembak dengan tengah lajur kendaraan

Untuk hasil rekapitulasi kecepatan kendaraan pada lengan lainnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2 Lokasi Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan tentang pengertian lokasi penelitian beserta apa saja yang dijadikan acuan atau referensi oleh penulis dalam melakukan penelitian.

Lokasi penelitian dapat disamaartikan dengan objek ataupun subjek penelitian. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), objek adalah hal, perkara, atau orang yang menjadi pokok pembicaraan. Atau dalam arti lainnya, objek merupakan benda, hal, dan sebagainya yang dijadikan sasaran untuk diteliti, diperhatikan, dan sebagainya.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, lokasi penelitian pada penelitian ini adalah Simpang Cihanjuang, Kota Cimahi, Jawa Barat.

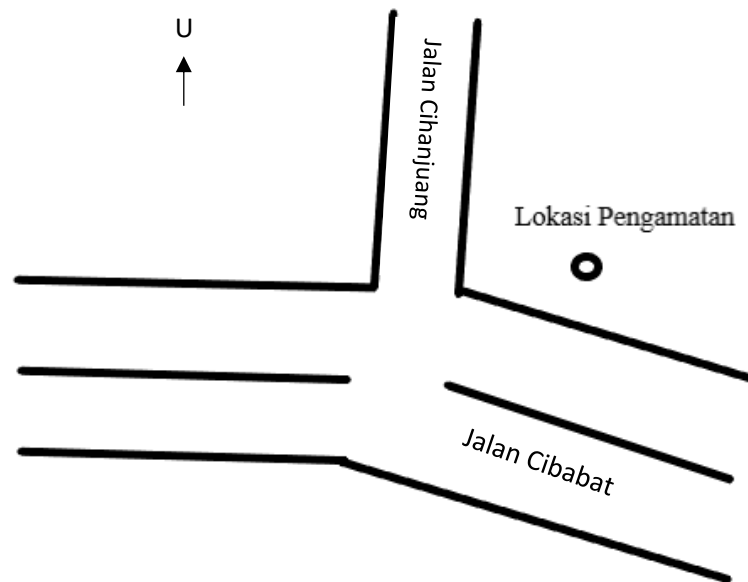
4.3 Metode Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

4.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dari lapangan dengan melakukan pengamatan pada tempat yang menjadi subjek penelitian. Data primer terdiri dari volume kendaraan, geometrik simpang, *driving behavior*, dan kecepatan kendaraan.

Untuk sketsa lokasi penelitian di Simpang Cihanjuang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Sketsa Lokasi Penelitian

Pengamatan akan dilakukan di salah satu sisi lengan dengan menggunakan kamera digital atau CCTV. Surveyor terdiri dari 3 orang yang berfungsi untuk menjaga area penempatan kamera dan mengambil data lainnya. Waktu penelitian dilakukan pada hari Senin, Selasa, dan Sabtu dalam periode puncak, yaitu pagi hari pukul 06.45 – 08.45 WIB.

Berikut merupakan data-data yang diambil di lapangan:

1. Volume Kendaraan

Dalam menghitung jumlah kendaraan, perlu diperhatikan waktu survei yang ideal, yaitu pada kondisi jam puncak. Misalnya, pada Hari Senin pagi pukul 07.00 – 09.00 WIB. Lalu, perlu juga mengklasifikasi tipe kendaraan yang dikelompokkan menjadi Kendaraan Ringan (LV), Kendaraan Berat (HV), dan Sepeda Motor (MC).

2. Geometrik Simpang

Survei dilakukan untuk mengetahui geometrik dari persimpangan yang diteliti. Dengan pengamatan, dibantu dengan alat seperti *roll meter* dan *walking*

measure, peneliti mendapatkan data-data seperti jumlah jalur, jumlah lajur, lebar jalur, lebar lajur, lebar pendekat, lebar median (jika ada), dan lebar trotoar.

3. Data *Driving Behavior*

Driving Behavior merupakan salah satu parameter dari Vissim yaitu perilaku pengemudi antar kendaraan saat pengendara berhenti dan berjalan. Yang diukur adalah jarak depan dan belakang kendaraan serta jarak samping kiri dan kanan kendaraan. Penelitian dilakukan dengan memberi tanda tiap setengah meter, lalu dilakukan pengamatan tiap kendaraan. Selanjutnya, didapatkan 10 sampel kendaraan, kemudian jarak antar kendaraan tadi dibuat data rata-ratanya untuk dapat dimasukkan ke dalam Vissim.

4. Survei Kecepatan Kendaraan

Jarak pengamatan dilakukan di dekat simpang sekitar kurang lebih 200 meter dari mulut simpang. Survei diambil dengan jumlah sampel 10 kendaraan ringan, 10 kendaraan berat, dan 10 sepeda motor. Sampel tersebut sudah dianggap cukup dikarenakan selisih kecepatan tidak terlalu jauh. Pengambilan data dilakukan saat jam puncak berlangsung.

4.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung. Data ini didapatkan dari sumber lain baik dalam bentuk tulisan maupun lisan. Data sekunder meliputi data potensi jumlah kendaraan bermotor dan data jumlah penduduk di Kota Cimahi, Jawa Barat yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan 4.7 di bawah ini. Data ini akan digunakan untuk menentukan faktor penyesuaian dalam perhitungan analisis MKJI 1997.

Tabel 4.6 Potensi Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Cimahi

Kecamatan	Roda 2 (ribu)	Roda 4 (ribu)	Total (ribu)
Cimahi Utara	69.051	18.288	87.339
Cimahi Tengah	69.796	14.574	84.370
Cimahi Selatan	100.941	20.073	121.014
Grand Total	239.788	52.935	292.723

(sumber: Dinas Perhubungan Kota Cimahi, 2020)

Tabel 4.7 Jumlah Penduduk di Kota Cimahi

Kecamatan	Penduduk (ribu)	Persentase Penduduk (%)
Cimahi Utara	161.066	29,09
Cimahi Tengah	160.134	28,91
Cimahi Selatan	232.555	42,00
Kota Cimahi	554.755	100

(sumber: Badan Pusat Statistik Kota Cimahi, 2020)

4.4 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menggunakan kamera digital atau *action camera* untuk merekam kondisi arus lalu lintas pada jam-jam sibuk. Pengamat menempatkan titik yang memiliki pandangan yang jelas untuk dapat mengetahui kendaraan di seluruh lengan.

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang harus dilaksanakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian agar tercapainya maksud dan tujuan penelitian itu sendiri. Berikut merupakan tahapan atau langkah dalam melakukan analisis kinerja simpang tidak bersinyal.

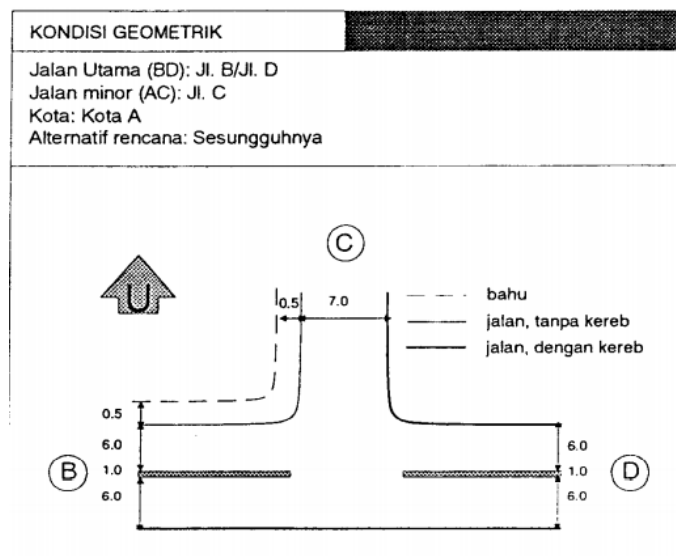
1. Persiapan, yaitu melakukan kajian terhadap permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian. Setelah dikaji dari berbagai sumber dan dinyatakan layak untuk dijadikan lokasi penelitian, kemudian mempersiapkan rancangan penelitian.
2. Pengumpulan data, yaitu dengan melakukan pengambilan data baik primer maupun sekunder. Selanjutnya data-data tersebut akan dijadikan bahan penelitian untuk dianalisis.
3. Analisis, yaitu mengolah data yang telah didapatkan sebelumnya di lapangan, lalu dilakukan analisis menggunakan panduan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Selain itu, dalam analisis data, peneliti juga menggunakan mikrosimulasi Vissim. Selanjutnya akan dibandingkan dari kedua metode tersebut mana yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan.
4. Evaluasi, yaitu merupakan tindakan selanjutnya setelah analisis apabila simpang yang diteliti perlu dioptimalisasikan kinerjanya. Pada tahap ini mengembangkan beberapa alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan yang dijumpai.

4.6 Prosedur Perhitungan Simpang Tak Bersinyal

Untuk mendapatkan data-data yang akurat dan sesuai dengan kondisi *real*, maka perlu metode perhitungan yang tepat pula. Berikut merupakan prosedur perhitungan untuk kondisi simpang tak bersinyal.

1. Mengukur Geometri Jalan

Geometri merupakan suatu pengukuran yang menerangkan tentang suatu bidang dan ruang. Untuk jalan di suatu simpang, perlu dilakukan pengukuran yang mendetail agar dapat memberi gambaran mengenai komponen-komponen yang terdapat pada suatu persimpangan, seperti kreb, lebar jalur, lebar bahu, dan median jalan. Gambar 4.4 berikut merupakan sketsa dan masukan geometrik menurut MKJI 1997.



Gambar 4.4 Sketsa dan Masukan Geometrik

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Informasi yang telah didapat setelah melakukan pengukuran geometri jalan akan berguna untuk perhitungan dan analisis kapasitas lalu lintas.

2. Mengamati Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas digambarkan dengan sketsa arus lalu lintas dengan menggunakan satuan kendaraan/jam atau satuan mobil penumpang/jam. Apabila hendak mengubah atau mengonversi dari satuan kendaraan/jam ke satuan smp/jam, maka perlu dikalikan dengan ekuivalensi mobil penumpang (emp), yaitu untuk *Light Vehicle* (LV): 1,0; *Heavy Vehicle* (HV): 1,3; dan *Motorcycle* (MC): 0,5.

3. Mengetahui Kondisi Lingkungan

Sebelum melakukan suatu penelitian lalu lintas, diperlukan pengamatan terlebih dahulu tentang kondisi lingkungan daerah yang akan diteliti. Hal-hal yang perlu dicari tahu adalah ukuran kota, tipe lingkungan jalan, dan kelas hambatan samping. Tabel 4.6 berikut merupakan masukan perkiraan jumlah penduduk di daerah perkotaan.

Tabel 4.8 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat Kecil	< 0,1
Kecil	0,1 – 0,5
Sedang	0,5 – 1,0
Besar	1,0 – 3,0
Sangat Besar	> 3,0

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Pada Tabel 4.7 berikut merupakan tipe-tipe lingkungan jalan yang dikelompokkan berdasarkan tata guna lahan dan aksesibilitas jalan terhadap kondisi sekitarnya.

Tabel 4.9 Tipe Lingkungan Jalan

Tipe	Definisi
Komersial	Untuk lahan komersial seperti pertokoan dan perkantoran yang memiliki jalan masuk langsung bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Permukiman	Untuk lahan tempat tinggal yang memiliki jalan masuk langsung bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Akses Terbatas	Tidak memiliki akses atau jalan masuk langsung (kondisi terbatas).

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

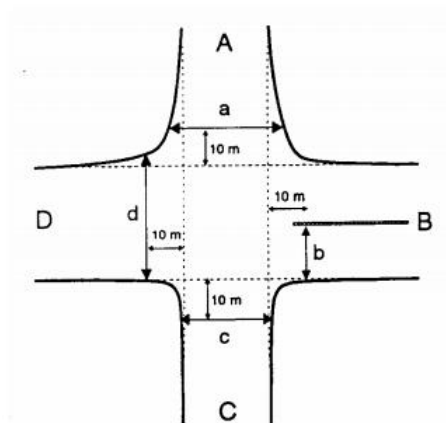
Selain dari ukuran kota dan tipe lingkungan, hambatan samping juga perlu diamati sebelum melakukan penelitian di lapangan. Hambatan samping

merupakan pengaruh aktivitas pada daerah persimpangan saat terjadi arus lalu lintas. Biasanya terjadi di samping jalan seperti pejalan kaki atau penyeberang jalan, angkutan umum yang berhenti untuk menurunkan dan menaikkan penumpang, kendaraan yang parkir di pinggir jalan, dan kendaraan yang keluar masuk halaman di luar jalur. Untuk menentukan hambatan samping, hanya dilakukan penilaian secara kualitatif (tinggi, sedang, atau rendah).

4. Menghitung Lebar Pendekat dan Mengetahui Tipe Simpang

Untuk lebar pendekat, diukur pada jarak 10 meter dari garis khayalan yang menghubungkan antara tepi perkerasan dari suatu jalan yang berpotongan. Sedangkan untuk pendekat yang biasa digunakan untuk parkir, diukur pada jarak 20 meter dari garis khayalan yang menghubungkan antara tepi perkerasan dari satu jalan yang berpotongan, lalu lebar pendekat tersebut dikurangi 2 meter.

Gambar 4.5 berikut merupakan sketsa lebar rata-rata pendekat pada suatu simpang.



Gambar 4.5 Sketsa Lebar Rata-Rata Pendekat

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Keterangan gambar:

A, B, C, dan D = lengan simpang

a, b, c, dan d = lebar lengan pendekat

Lebar rata-rata pendekat dihitung menggunakan rumus 4.1 berikut:

$$W_1 = \frac{\left(\frac{a}{2} + b + \frac{c}{2} + \frac{d}{2}\right)}{4} \quad (4.1)$$

(Kondisi pada lengan B terdapat median)

Untuk lebar rata-rata pendekat pada jalan mayor dan minor dapat dihitung menggunakan rumus 4.2 dan 4.3 berikut:

$$\text{Minor: } W_{AC} = \frac{\left(\frac{a}{2} + \frac{c}{2}\right)}{2} \quad (4.2)$$

$$\text{Mayor: } W_{BD} = \frac{\left(b + \frac{d}{2}\right)}{2} \quad (4.3)$$

Selanjutnya, mengetahui tipe simpang yang bertujuan untuk menentukan jumlah lengan pada suatu simpang serta jumlah lajur pada jalan mayor atau jalan utama dan jalan minor. Tipe simpang ditentukan menggunakan kode yang berjumlah tiga angka. Pada Tabel 4.8 berikut merupakan kode-kode untuk tipe simpang.

Tabel 4.10 Kode-Kode Tipe Simpang

Kode	Jumlah Lengan	Jumlah Lajur (Minor)	Jumlah Lajur (Mayor)
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

5. Menentukan Kapasitas Dasar

Besarnya Kapasitas Dasar (C_0) ditentukan berdasarkan tipe simpang yang telah diamati. Pada Tabel 4.9 berikut merupakan kapasitas dasar menurut tipe simpang.

Tabel 4.11 Kapasitas Dasar

Kode Tipe Simpang	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
324 atau 344	2900
342	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

6. Menganalisis Faktor-faktor Penyesuaian

Sebelum menghitung nilai kapasitas total, terlebih dahulu menentukan nilai dari faktor-faktor penyesuaian. Faktor-faktor penyesuaian yang perlu dicari adalah sebagai berikut.

a. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Nilai F_w didapatkan berdasarkan tipe simpang dan lebar rata-rata pendekat. Pada Tabel 4.12 berikut merupakan perhitungan untuk menentukan nilai F_w .

Tabel 4. 12 Nilai Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Kode Tipe Simpang	Nilai F_w
322	$0,73 + 0,076 W_1$
324 atau 344	$0,62 + 0,0646 W_1$
342	$0,67 + 0,0698 W_1$
422	$0,7 + 0,0866 W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074 W_1$

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

b. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Tipe Median menjadi variabel yang dibutuhkan untuk menentukan nilai dari F_M . Nilai faktor penyesuaian median untuk jalan utama dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Nilai Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

Keterangan	Tipe Median	Nilai F_M
Tidak ada median pada jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median dengan lebar < 3 meter	Sempit	1,05
Ada median dengan lebar ≥ 3 meter	Lebar	1,20

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Banyaknya jumlah penduduk suatu wilayah atau kota menjadi variabel yang dibutuhkan dalam menentukan nilai dari F_{CS} . Nilai faktor penyesuaian untuk ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Nilai Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk (Juta)	Ukuran Kota	F_{CS}
$< 0,1$	Sangat kecil	0,82
0,1 – 0,5	Kecil	0,88
0,5 – 1,0	Sedang	0,94
1,0 – 3,0	Besar	1,00
$> 3,0$	Sangat besar	1,05

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

d. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Tipe lingkungan, kelas hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor menjadi variabel yang dibutuhkan untuk menentukan nilai F_{RSU} . Pada Tabel 4.13 berikut merupakan nilai dari F_{RSU} .

Tabel 4.15 Nilai Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Tipe Lingkungan	Kelas Hambatan Samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang /Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

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

Rasio belok kiri (P_{LT}) merupakan variabel yang dibutuhkan untuk menentukan nilai faktor penyesuaian belok kiri. Setelah didapatkan nilai P_{LT} , selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus 4.4 berikut untuk mendapatkan nilai F_{LT} .

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \quad (4.4)$$

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

Rasio belok kanan (P_{RT}) merupakan variabel yang dibutuhkan untuk menentukan nilai faktor penyesuaian belok kanan. Setelah didapatkan nilai P_{RT} , selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus 4.5 dan 4.6 berikut untuk mendapatkan nilai F_{RT} .

$$\text{Simpang dengan 3 lengan: } F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT} \quad (4.5)$$

$$\text{Simpang dengan 4 lengan: } F_{RT} = 1,0 \quad (4.6)$$

g. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

Rasio arus jalan minor (P_{MI}) dan tipe simpang menjadi variabel untuk mendapatkan nilai faktor penyesuaian arus jalan minor. Tabel 4.14 berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk menentukan nilai F_{MI} .

Tabel 4.16 Nilai Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1 -0,3
444	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 0,5
	$0,595 \times p_{MI}^2 + 0,595 \times p_{MI}^3 + 0,74$	0,5 0,9
342	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 -0,5
	$2,38 \times p_{MI}^2 - 2,38 \times p_{MI} + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6 \times p_{MI}^2 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555 \times p_{MI}^2 + 0,555 \times p_{MI} + 0,69$	0,5-0,9

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

7. Menghitung Kapasitas Total (C)

Setelah mendapatkan nilai kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian, maka kapasitas total dapat dihitung menggunakan rumus 3.1.

8. Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

Setelah mendapatkan nilai kapasitas total (C), selanjutnya nilai derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus 3.2.

9. Menghitung Tundaan

Setelah mengetahui besarnya nilai derajat kejenuhan (DS), maka dapat diketahui besaran tundaan dengan ketentuan yang tertera pada rumus 3.3 dan 3.4.

10. Menganalisis Peluang Antrean

Variabel yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai rentang peluang antrean (QP%) adalah nilai derajat kejenuhan (DS). Untuk menghitung peluang antrean dapat menggunakan rumus 3.5 dan 3.6.

4.7 Tahapan Pengembangan Model dengan Mikrosimulasi Vissim

Pemodelan Simpang Cihanjuang dilakukan dengan menggunakan Vissim. Pemodelan ini bertujuan untuk menentukan apakah model representatif dengan kondisi *eksisting*, sehingga dapat dilakukan analisis lanjutan terhadap simpang tersebut. Berikut merupakan tahapan dalam melakukan pemodelan.

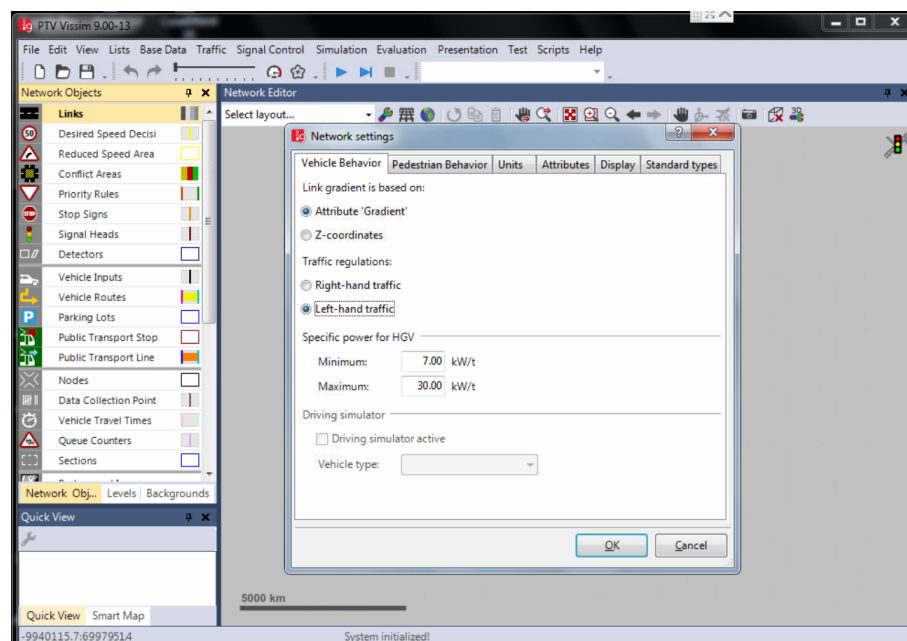
4.7.1 Pemodelan Jaringan Jalan

Pemodelan jaringan pada Vissim harus sesuai dengan kondisi sebenarnya di Simpang Cihanjuang, mulai dari skala gambar, lebar jalur dan lebar lajunya. Berikut merupakan tahapan untuk memodelkan jaringan.

1. Pengaturan *Network Setting*

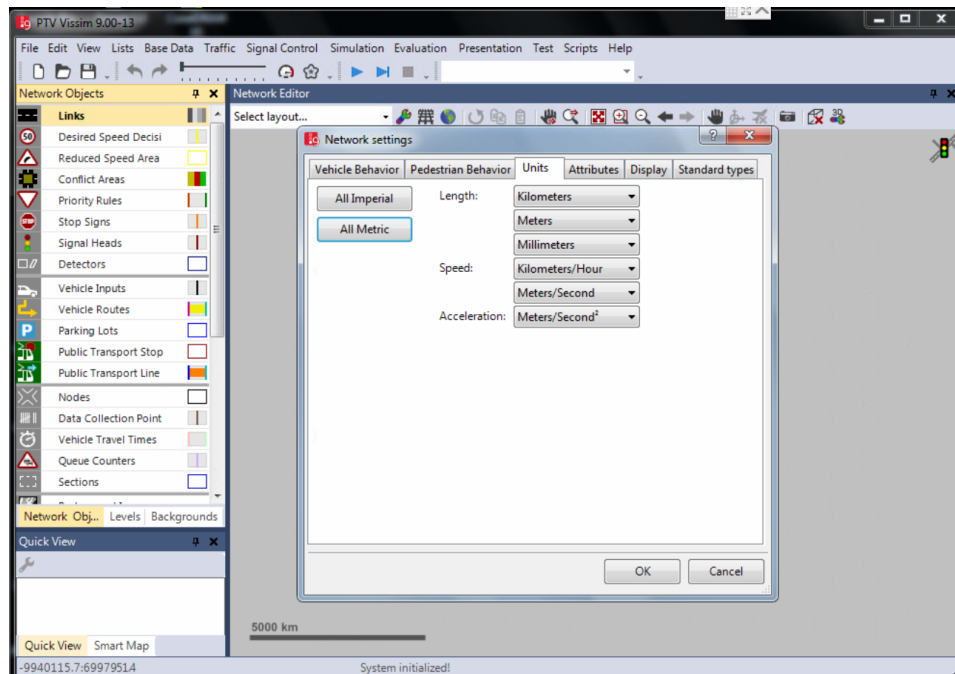
Vissim merupakan *software* yang dibuat di Jerman, Eropa. Perilaku lalu lintas disana berbeda dengan di Indonesia, sehingga peraturan *default* perilaku pengemudinya harus diubah. Di Indonesia, pengemudi menggunakan jalur kiri dan satuannya pun perlu diubah sesuai standar Indonesia.

Dengan klik *Base Data* pada *Menu Bar*, lalu klik *Network Setting*. Pada *Vehicle Behavior*, ubah *Traffic Regulations* menjadi *Left-hand traffic*. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Pengaturan *Vehicle Behavior*

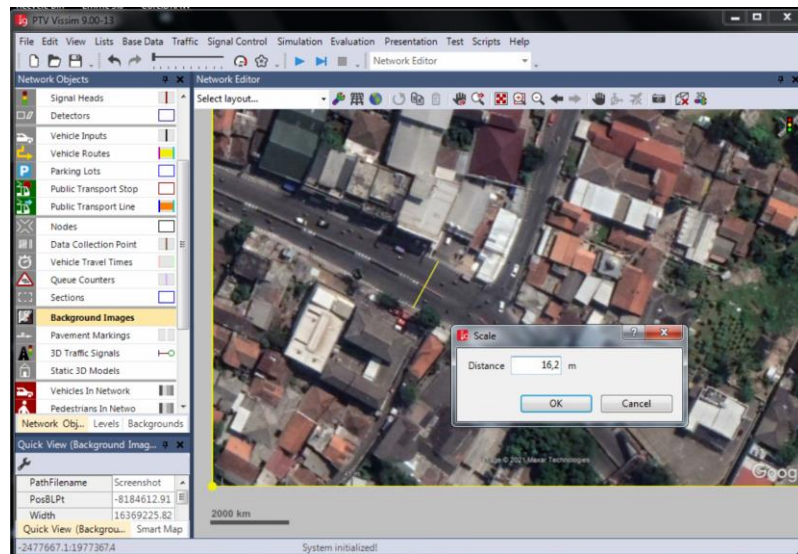
Selanjutnya, untuk mengubah satuan sesuai standar Indonesia, yaitu meter, klik *Units* lalu pilih *All Metric*. Tampilannya seperti Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Pengaturan Satuan

2. Memasukkan Gambar *Background*

Gambar *background* menggunakan peta Simpang Cihanjuang yang diambil dari *Google Earth*. Pertama, *screenshot* gambar di *Google Earth*, lalu simpan gambar tersebut. Kedua, buka halaman *Vissim*, pada *Network Objects*, klik *Bckground Image*. Lalu klik kanan pada halaman utama dan klik *Add New Background Image*. Setelah itu, pilih gambar yang telah disimpan tadi serta atur skala agar sesuai dengan kondisi sebenarnya. Pada Gambar 4.8 berikut merupakan tampilan pengaturan skala pada halaman utama. Lalu, gambar akan mengecil sesuai dengan skala sebenarnya.

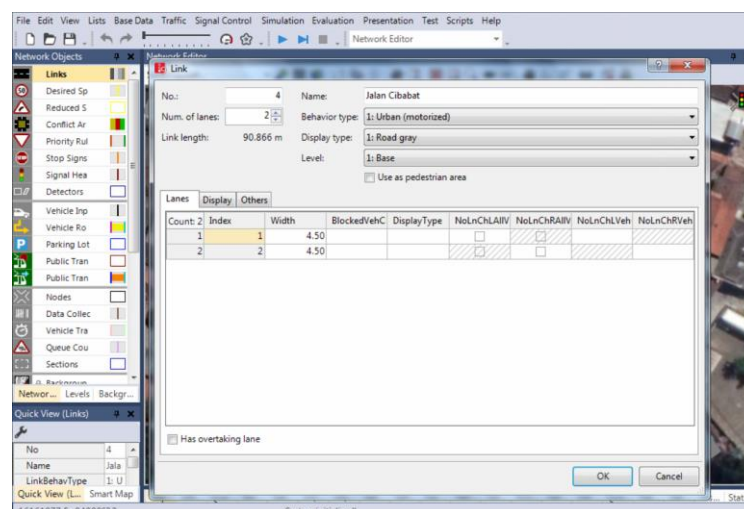


Gambar 4.8 Pengaturan Skala pada Gambar Background

3. Pembuatan Jaringan Jalan

Jaringan jalan terdiri dari *link* dan *connectors*. *Link* merupakan jalur pada suatu ruas jalan. Lebar *link* harus sesuai dengan lebar jalur pada Simpang Cihanjuang. Caranya adalah dengan klik *Links* pada *Network Objects*. Lalu, tekan CTRL + klik kanan secara bersamaan dan tarik sepanjang jalan pada gambar. Lakukan hal tersebut pada tiap ruas jalan.

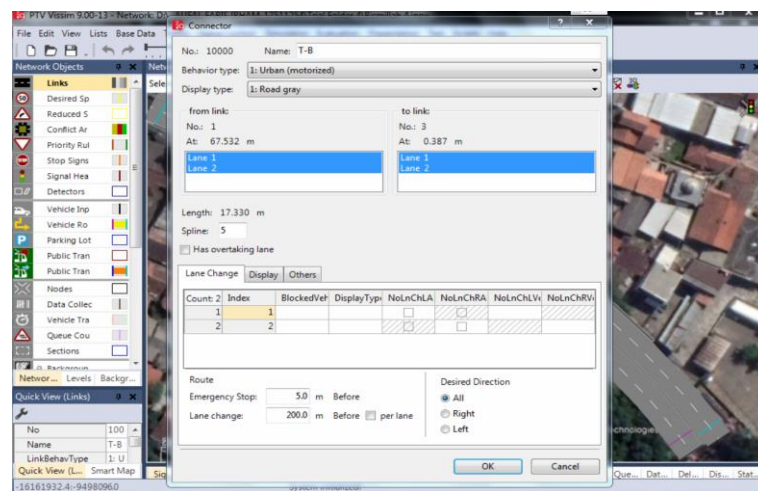
Setelah itu, akan muncul menu seperti pada Gambar 4.9 pada setiap pembuatan linknya yang berisi pengaturan *link* yang telah dibuat. Isi nama ruas jalan, jumlah lajur, dan lebar tiap lajunya. Berikut merupakan tampilan menu pengaturan *link*.



Gambar 4.9 Tampilan Menu Pengaturan Link

Setelah semua *link* telah dibuat, dilanjutkan membuat *connector*. *Connector* adalah penghubung untuk menghubungkan tiap ruas (*links*). Cara membuatnya adalah sama dengan pembuatan *link* tadi, akan tetapi diklik pada ujung *link* asal dan ditarik menuju *link* yang akan dihubungkan.

Tampilan menu pengaturan *connector* dapat dilihat pada Gambar 4.10 di bawah ini.



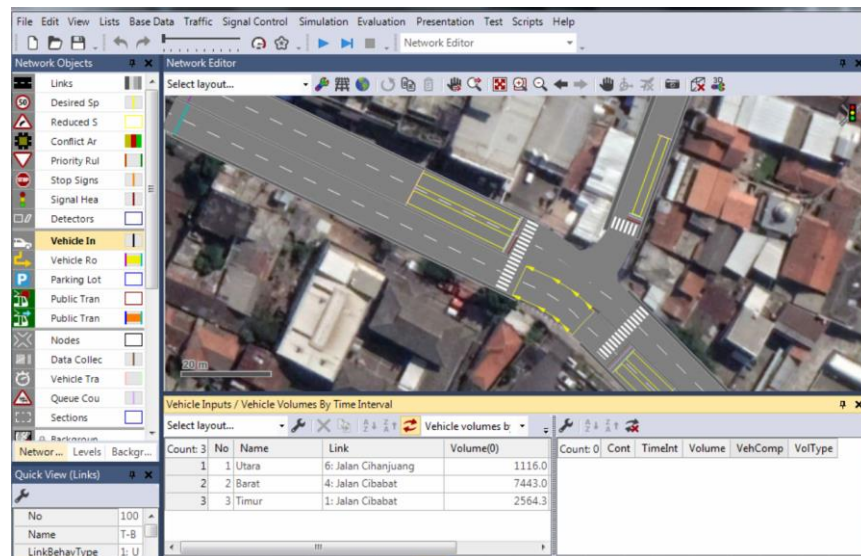
Gambar 4.10 Tampilan Menu Pengaturan *Connector*

4.7.2 Memasukkan Data Kendaraan

Data kendaraan meliputi volume kendaraan, komposisi kendaraan, kecepatan kendaraan, dan rute Bergeraknya kendaraan. Berikut merupakan tahapan untuk memasukkan data kendaraan di Vissim.

1. Volume Kendaraan (*Vehicle Input*)

Memasukkan volume arus lalu lintas yang telah diolah secara manual pada kondisi jam puncak ke dalam Vissim. Langkahnya adalah ke menu *Network Objects*, klik *Vehicle Input*, lalu pilih *link* yang akan dimasukkan volumenya. Kemudian klik kanan lalu pilih *Add New Vehicle Input*. Untuk memunculkan jendela *vehicle input*, klik kanan pada *Network Objects* tadi, lalu pilih *show list*. Gambar 4.11 berikut merupakan tampilan jendela *vehicle input*.

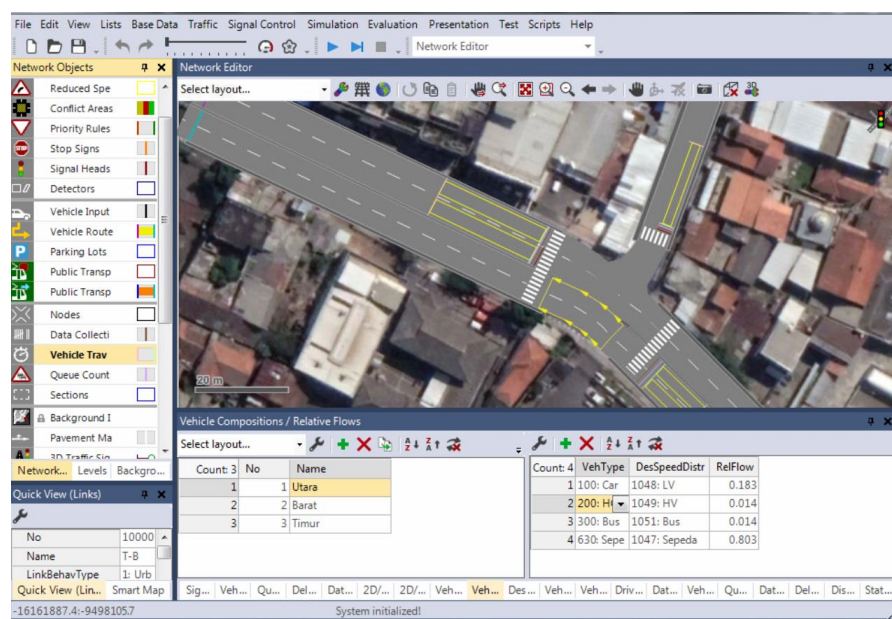


Gambar 4.11 Tampilan Jendela Vehicle Input

2. Komposisi Kendaraan (*Vehicle Composition*)

Komposisi kendaraan berisi jenis kendaraan apa saja yang akan diteliti, beserta kecepatannya pada kondisi jam puncak. Kecepatan kendaraan didapatkan dari survei lapangan yang telah dilakukan sebelumnya.

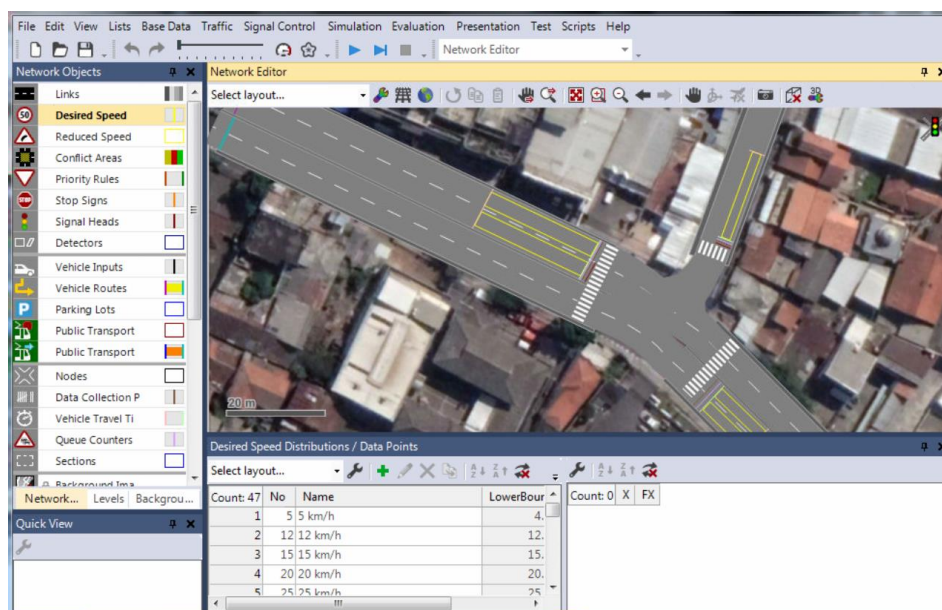
Caranya dengan klik *Traffic* pada bar menu, lalu pilih *Vehicle Composition*. Kemudian akan muncul tampilan seperti pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Tampilan Jendela Vehicle Compositions

Pada bagian jendela sebelah kiri, dapat diklik tanda (+) untuk menambahkan jenis komposisinya. Pada bagian jendela sebelah kanan, dapat diklik pula tanda (+) untuk menambahkan jenis kendaraan yang dibutuhkan. Lalu masukkan juga kecepatan pada kolom *DesSpeedDistr* berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan.

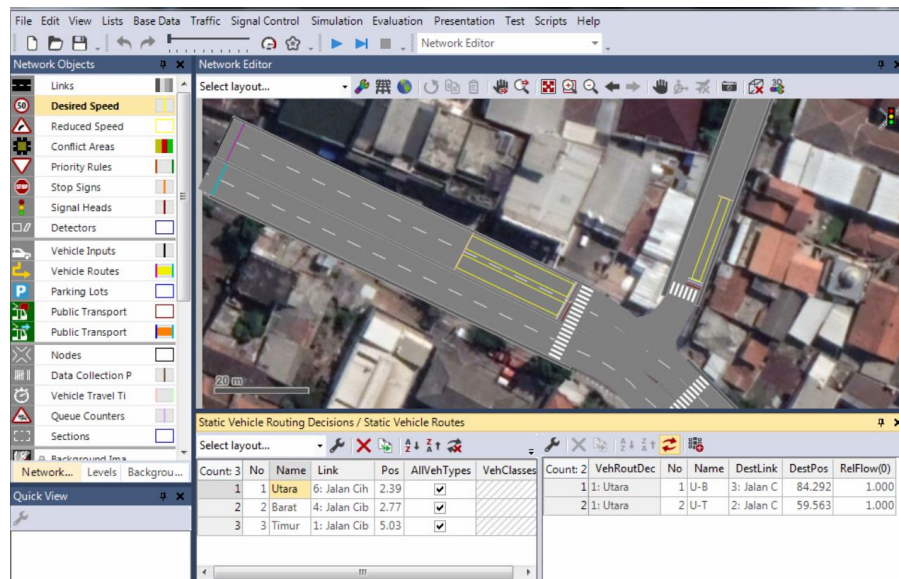
Masukkan data kecepatan secara detail pada bar menu, lalu pilih *Base Data*, klik *distribution*, dan pilih *desired speed*. Lalu akan muncul tampilan seperti gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Tampilan Jendela *Desired Speed Distribution*

3. Rute Kendaraan (*Vehicle Route*)

Rute kendaraan berguna untuk menentukan arah pergerakan kendaraan sesuai di lapangan. Caranya dengan memilih *Vehicle Route* pada menu *Network Objects*, lalu tekan CTRL + klik kanan pada jalan yang akan dibuat rutenya. Kemudian tarik dari titik awal ke titik akhir pergerakan. Lakukan pada setiap ruasnya. Gambar 4.14 berikut merupakan tampilan jendela pada *Vehicle Routes*.



Gambar 4.14 Tampilan Jendela *Vehicle Routes*

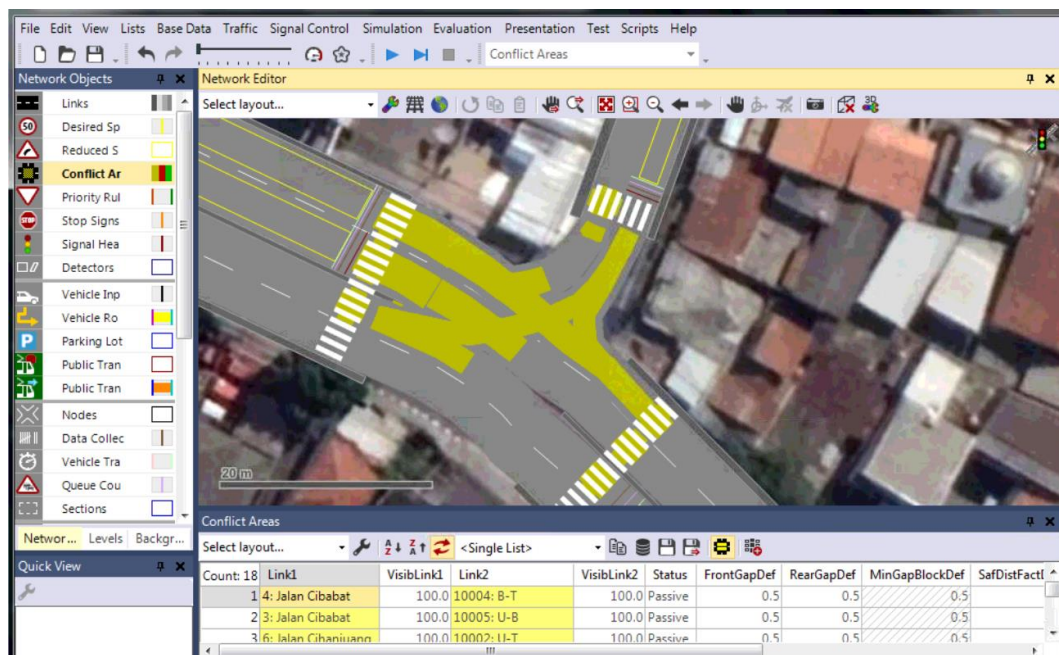
4.7.3 Pengaturan Kondisi Simpang

Kondisi simpang perlu diperhatikan dalam menjalankan simulasi di Vissim. Kondisi simpang didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan. Berikut merupakan pengaturannya.

1. *Conflict Area*

Conflict Area merupakan area yang biasa terjadi konflik dalam suatu kawasan simpang. Untuk kawasan Simpang Cihanjuang memiliki area konflik terbesar di pertemuan antara kendaraan dari Utara dan Barat. Ada pula konflik di pertemuan antara kendaraan dari Utara dengan kendaraan dari Timur, tetapi tidak terlalu parah.

Untuk langkahnya dengan klik *Conflict Area* pada *Network Objects*, lalu akan muncul tampilan seperti Gambar 5.22 di bawah ini.



Gambar 4.15 Tampilan Jendela Conflict Area

Warna kuning menunjukkan area terjadinya konflik yang sudah dianalisis secara otomatis oleh Vissim. Untuk pengaturannya dapat diklik warna kuningnya lalu akan berubah warna hijau dan merah untuk menentukan mana kendaraan yang didahulukan dan mana kendaraan yang harus menunggu.

2. Priority Rules

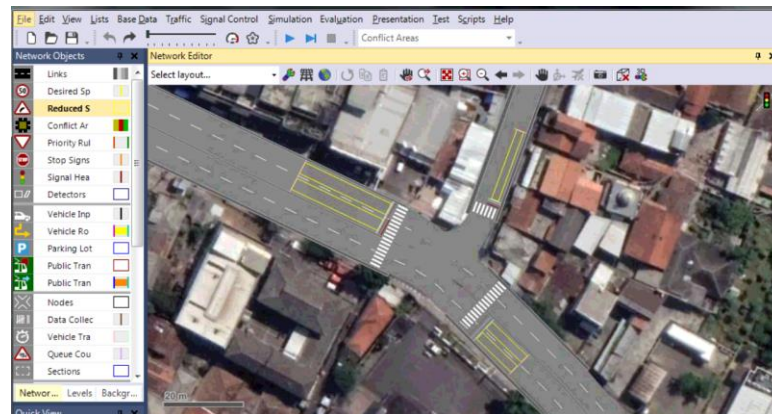
Priority Rules hampir sama dengan *Conflict Area*. Akan tetapi bedanya konfigurasi ini berbentuk titik dimana kendaraan akan mulai berhenti dan dapat maju saat arus kendaraan dari lengan lain kosong.

Langkahnya yaitu dengan klik *Priority Rules* pada *Network Objects*, lalu akan muncul titik merah dan hijau. Titik merah merupakan tanda bahwa kendaraan harus menunggu kendaraan dari lengan lain lewat, sementara titik hijau merupakan tanda bahwa kendaraan boleh lewat.

3. Reduce Speed Areas

Daerah simpang pada Vissim harus dibuat semirip mungkin dengan kondisi di lapangan. Kondisi aslinya, setiap kendaraan yang memasuki kawasan simpang pasti akan mengurangi kecepatannya. Sehingga perlu dibuat *Reduce Speed Areas* pada Vissim.

Caranya klik *Reduce Speed Areas* pada *Network Objects*, lalu tekan CTRL + klik kanan pada link yang akan diatur. Kemudian tarik garis tadi sesuai kebutuhannya. Setelah setiap link dipasang *Reduce Speed Areas*, maka akan muncul seperti Gambar 4.16 di bawah ini.

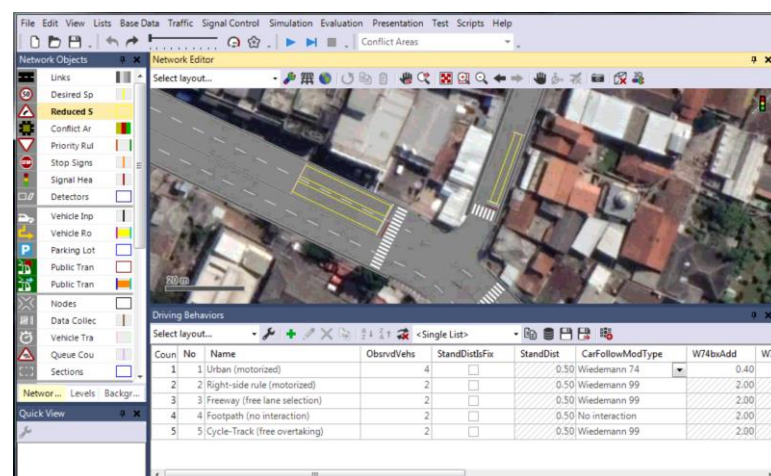


Gambar 4.16 Tampilan *Reduce Speed Areas*

4. *Driving Behaviour*

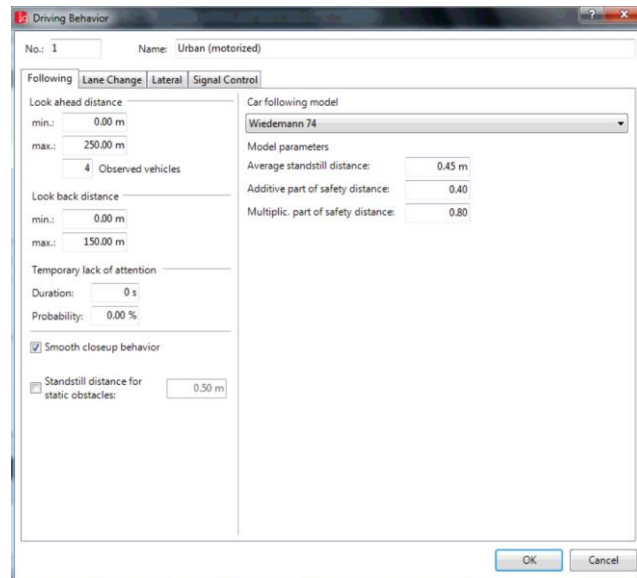
Perilaku pengemudi harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan. *Driving Behaviour* ini merupakan parameter yang secara langsung mempengaruhi kondisi antar kendaraan. Untuk hasil penelitian di lapangan, didapatkan data yang telah direkap pada Lampiran 3.

Cara pengaturannya adalah dengan klik *Base Data* pada bar menu, lalu pilih *Driving Behaviors*. Kemudian akan muncul jendela seperti Gambar 4.17 di bawah ini.



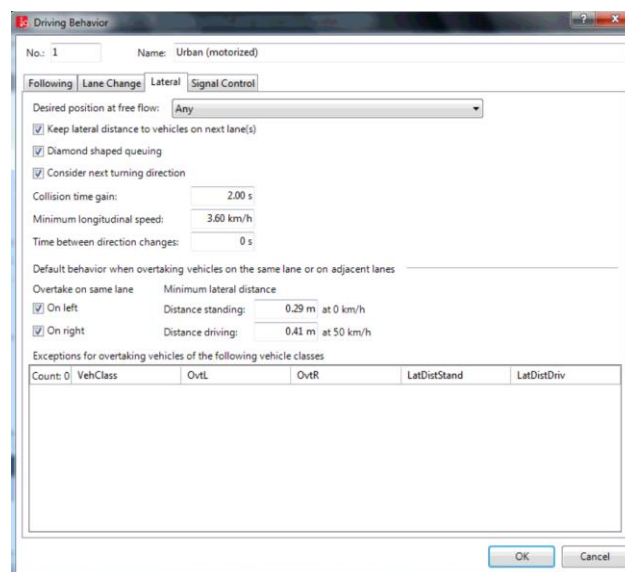
Gambar 4.17 Tampilan Jendela *Driving Behaviors*

Setelah muncul, klik kanan pada Urban (*Motorized*), pilih edit, lalu akan muncul seperti gambar 4.18 di bawah ini. Kemudian edit *Average standstill distance*, *Additive part of safety distance*, dan *multiplic part of safety distance*.



Gambar 4.18 Tampilan Pengaturan *Driving Behaviors*

Lalu pilih juga tab *Lateral* dan akan muncul gambar seperti Gambar 4.19 di bawah ini. Kemudian edit *Distance standing* (jarak lateral kendaraan ketika berhenti) dan *Distance driving* (jarak lateral kendaraan ketika berjalan).



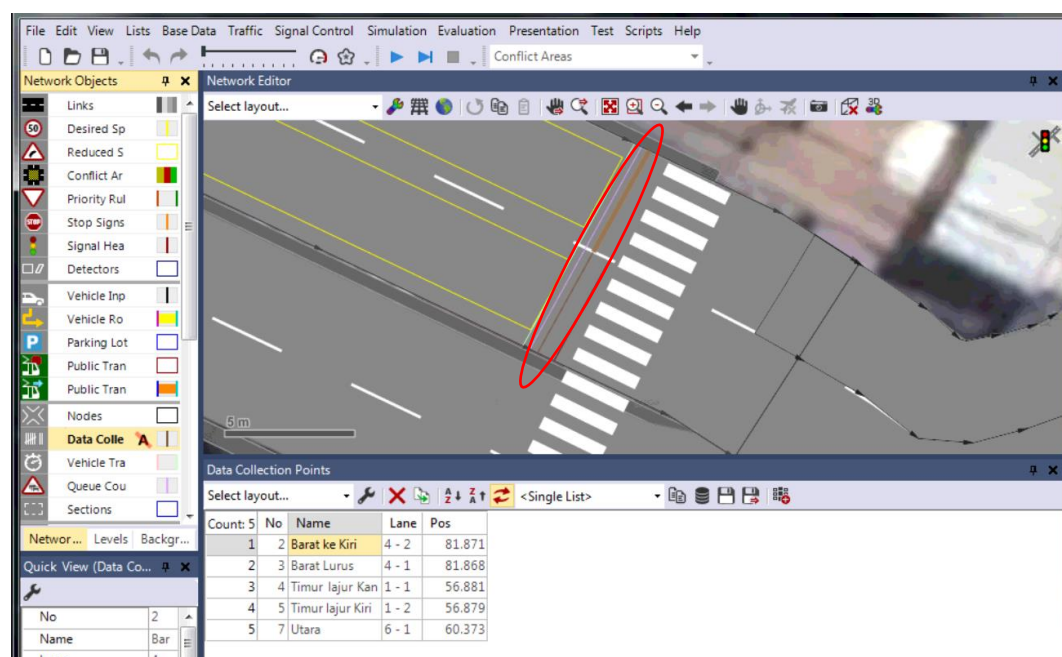
Gambar 4.19 Tampilan Pengaturan *Driving Behaviors*

4.7.4 Pengaturan *Data Collection Points*, *Vehicle Travel Times*, dan *Queue Counters*

Pengaturan ketiga komponen ini bertujuan untuk mendapatkan *output* atau hasil dari simulasi yang telah dijalankan nantinya. Berikut merupakan penjelasannya.

1. *Data Collection Points*

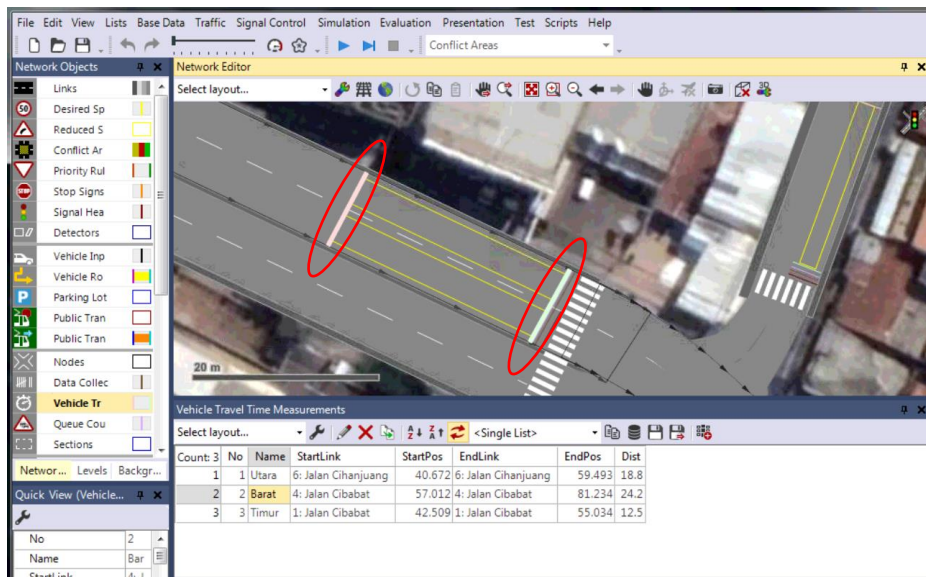
Data Collection Points berguna untuk membaca hasil volume kendaraan yang melewati link. Hasilnya dapat digunakan untuk validasi setelah *running Vissim*. Caranya dengan klik *Data Collection Points* pada *Network Objects*, lalu klik pada *link* yang akan dipasang. Pemasangannya silakukan per lajur. Gambar 4.20 berikut merupakan tampilan jendelanya.



Gambar 4.20 Tampilan Jendela *Data Collection Points*

2. *Vehicle Travel Times*

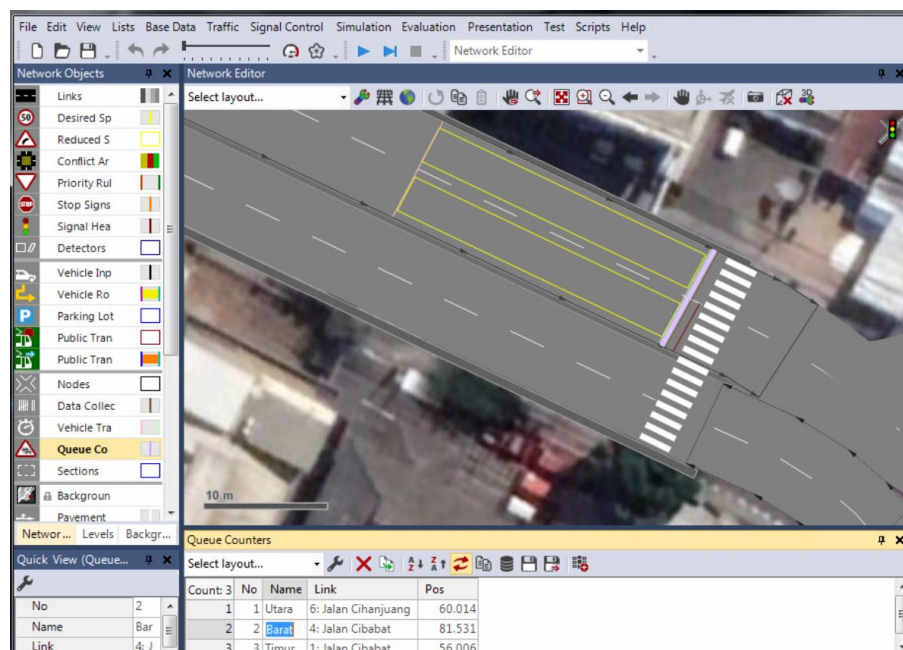
Berfungsi untuk menghitung tundaan dan kecepatan kendaraan yang melewati titik pada tiap linknya. Langkahnya dengan klik *Vehicle Travel Times* pada *Network Objects*, lalu klik pada *link* yang akan dipasang. Gambar 4.21 berikut merupakan tampilannya.



Gambar 4.21 Tampilan Jendela *Vehicle Travel Times*

3. Queue Counters

Berfungsi untuk menghitung panjang atrean yang terjadi di setiap link yang diatur. Langkahnya dengan klik *Queue Counters* pada *Network Objects*, lalu klik pada *link* yang akan dipasang. Pada Gambar 4.22 berikut adalah tampilannya.



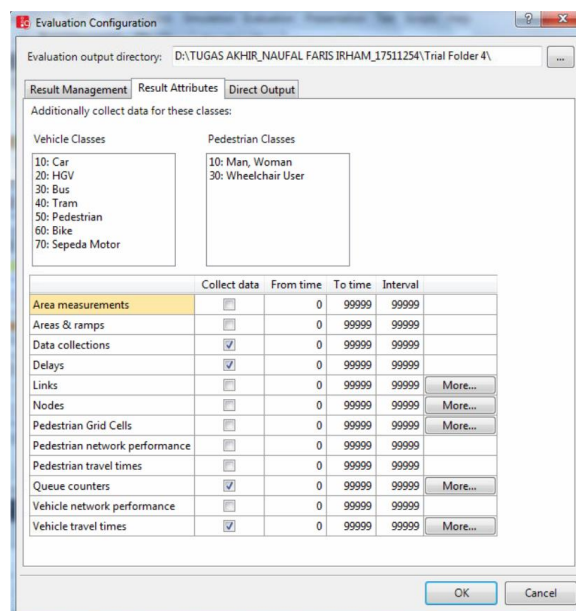
Gambar 4.22 Tampilan Jendela *Queue Counters*

4.7.5 *Running Program* dan Uji Validasi GEH

Setelah semua komponen telah dimasukkan dan pemodelan sudah sesuai dengan kondisi lapangan, selanjutnya sudah dapat melakukan *running program* Vissim. *Running* dilaksanakan dalam dua tahap. Pertama, tahap kalibrasi yang bertujuan untuk menyamakan volume kendaraan yang melewati simpang apakah sudah sesuai dengan perhitungan manualnya. Lalu yang kedua, tahap analisis dengan menggunakan beberapa alternatif.

Cara untuk mengetahui apakah volume dari Vissim sesuai dengan kondisi *eksisting* adalah dengan melakukan analisis *Geoffrey E. Havers* (GEH), dengan menggunakan rumus 3.13. Apabila nilai $GEH < 5,0$, maka hasil analisis valid; apabila bernilai $5,0 < GEH \leq 10,0$, maka masih ada kemungkinan model *error*; dan apabila nilai $GEH > 10,0$, maka hasil analisis tidak valid.

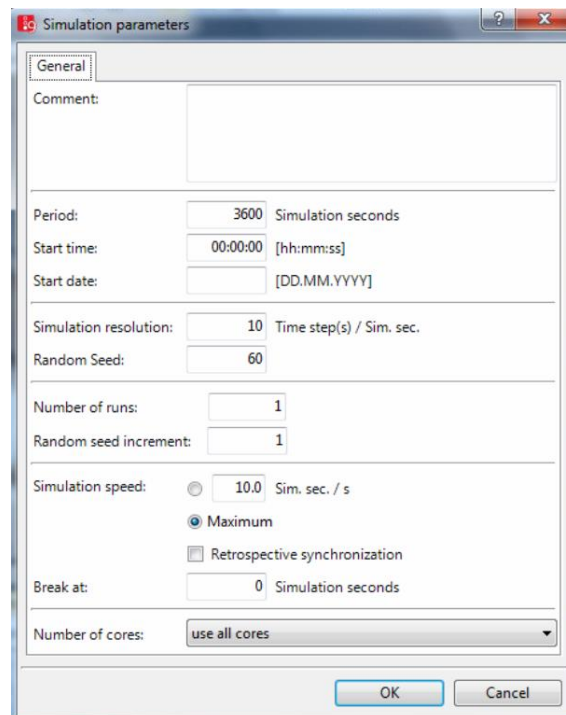
Sebelum *running program*, terlebih dahulu memasukkan beberapa konfigurasi. Caranya dengan klik *Evaluation* pada bar menu, lalu pilih *Configuration*. Kemudian akan muncul tampilan seperti Gambar 4.23 di bawah ini.



Gambar 4.23 Tampilan *Evaluation Configuration*

Setelah itu, centang yang dibutuhkan saja seperti *Data collections*, *Delays*, *Queue Counters*, dan *Vehicle Travel Times*.

Selanjutnya dapat langsung langsung *running* dengan 5 kali *random seed* yang berbeda. Caranya dengan klik *Simulation* pada menu bar, lalu pilih *Parameter*. Pada Gambar 4.24 berikut merupakan tampilan *simulation parameter*.



Gambar 4.24 Tampilan *Simulation Parameters*

Setelah diatur parameternya, langsung dapat melakukan *running* yang berdurasi 3600 detik. Setelah melakukan 5 kali *running*, hasilnya dapat dilihat pada jendela hasil, dan selanjutnya dapat menggunakan bantuan *Microsoft Excel* untuk menganalisis perhitungannya.

Pada Tabel 4.15 berikut merupakan hasil analisis GEH Simbang Cihanjuang.

Tabel 4.17 Hasil Uji Validasi GEH

Lokasi	Vehicle Input	Output VISSIM	Selisih	Persentase
Jalan Cihanjuang (Utara)	1.116	1115	1	0,0299
Jalan Cibabat (Barat)	7.443	7389,6	53,4	0,6201
Jalan Cibabat (Timur)	2.564,3	2572,6	-8,3	0,1638

Data tersebut merupakan hasil rekapitulasi *running* dengan menggunakan Vissim. *Vehicle Input* merupakan data volume lalu lintas yang telah dihitung manual (volume *eksisting*). Sedangkan *Output* Vissim merupakan hasil keluaran dari Vissim. Keduanya memiliki satuan smp/jam. Dengan hasil persentase tersebut (<5%), maka dapat disimpulkan bahwa data di Vissim dan data di lapangan sudah valid. Selanjutnya dapat menjalankan beberapa skenario untuk mengatasi permasalahan pada Simpang Cihanjuang.

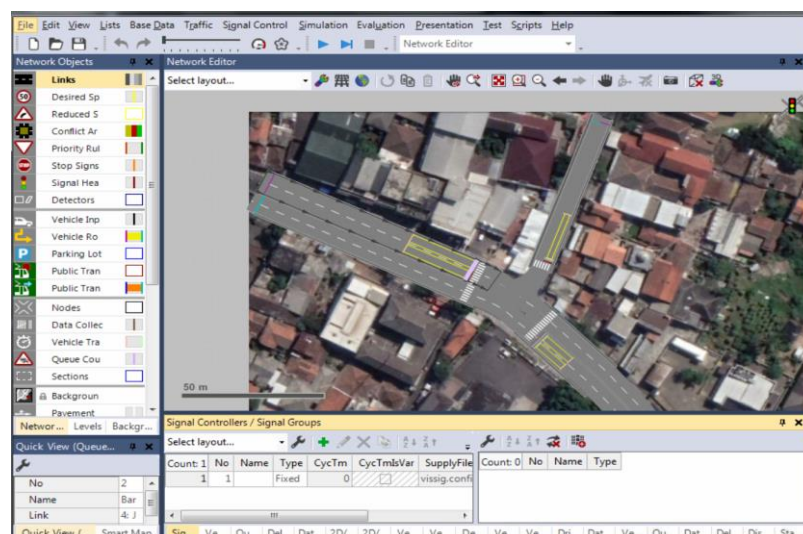
4.8 Mengembangkan Alternatif Solusi Simpang dengan Menggunakan Sinyal

Dengan hasil perhitungan sebelumnya, simpang Cihanjuang yang tak bersinyal memiliki kondisi yang jenuh. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk mengoptimalkan kondisi simpang tersebut. Optimalisasi kinerja suatu simpang bisa dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan pemasangan sinyal lalu lintas.

4.8.1 Pengembangan Solusi dengan Mikrosimulasi Vissim

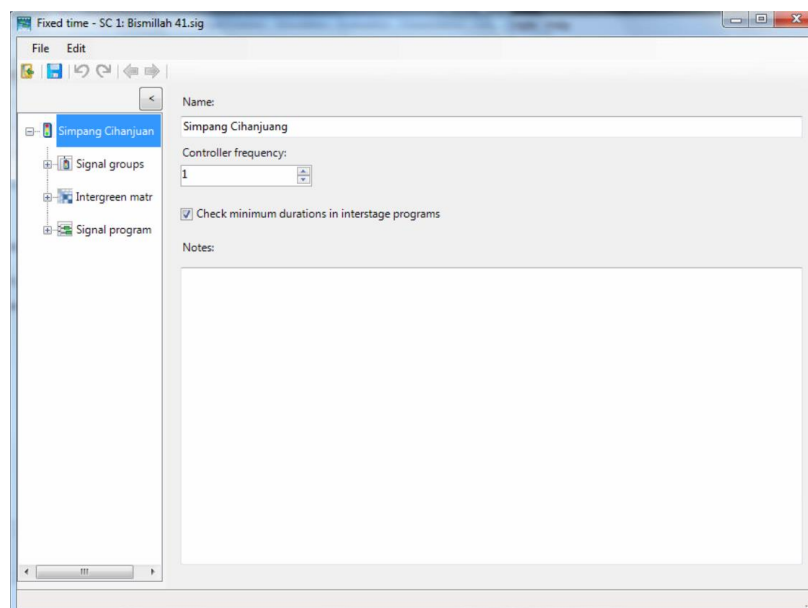
Untuk konfigurasi dan tahapan di Vissim, sama seperti sebelumnya. Hanya untuk pemasangan sinyal, perlu tambahan beberapa komponen, seperti *Signal Controllers* dan *Signal Head*.

Caranya dengan klik *Signal Control* pada menu bar, lalu pilih *Signal Controllers*. Kemudian akan muncul tampilan jendela seperti Gambar 4.25 di bawah ini.

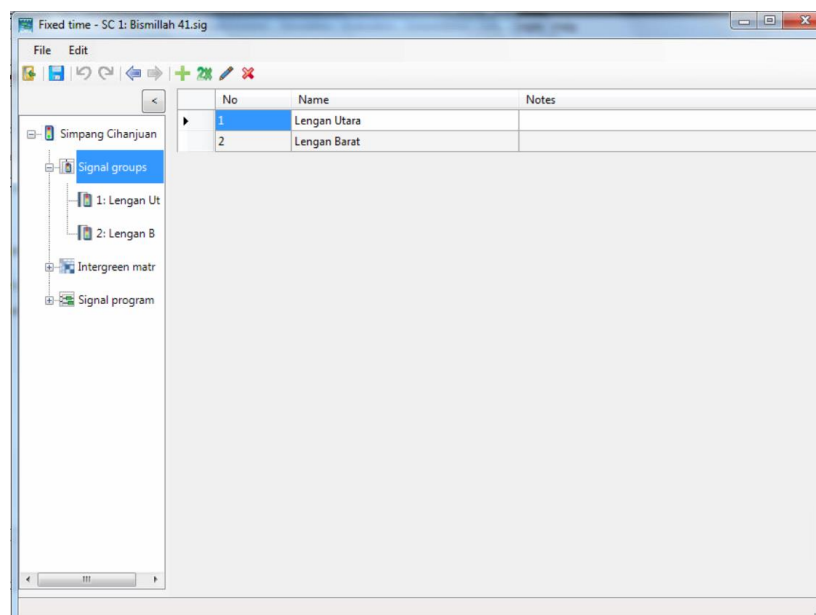


Gambar 4.25 Tampilan Signal Controllers

Setelah itu, klik kanan pada kolom *Signal Controllers*, pilih edit. Kemudian *edit signal control*. Lalu akan muncul tampilan seperti Gambar 4.26. Selanjutnya ubah namanya dengan nama simpang. Setelah itu, buka *Signal groups* dan klik (+) serta ubah sesuai dengan jumlah *link* atau lengan simpang yang akan diberi sinyal seperti pada Gambar 4.27.

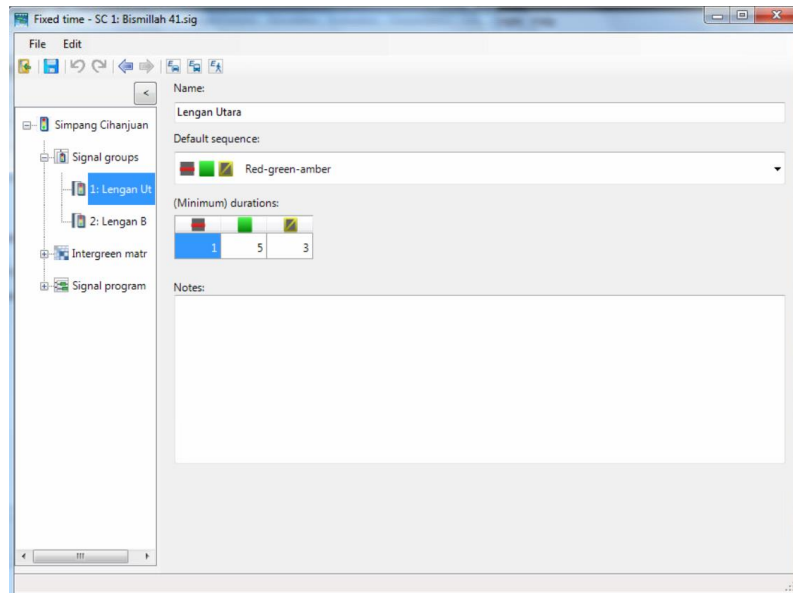


Gambar 4.26 Tampilan *Fixed Time*



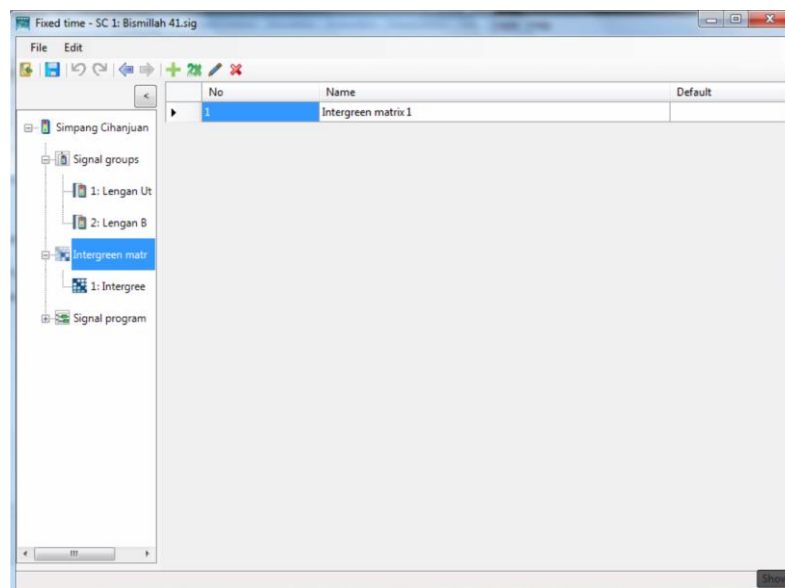
Gambar 4.27 Tampilan *Signal Groups*

Selanjutnya, ubah *Default sequence* pada *Signal groups* disesuaikan dengan kondisi simpang di Indonesia yang menggunakan pola *Red-Green-Amber*, seperti pada Gambar 4.28 di bawah.



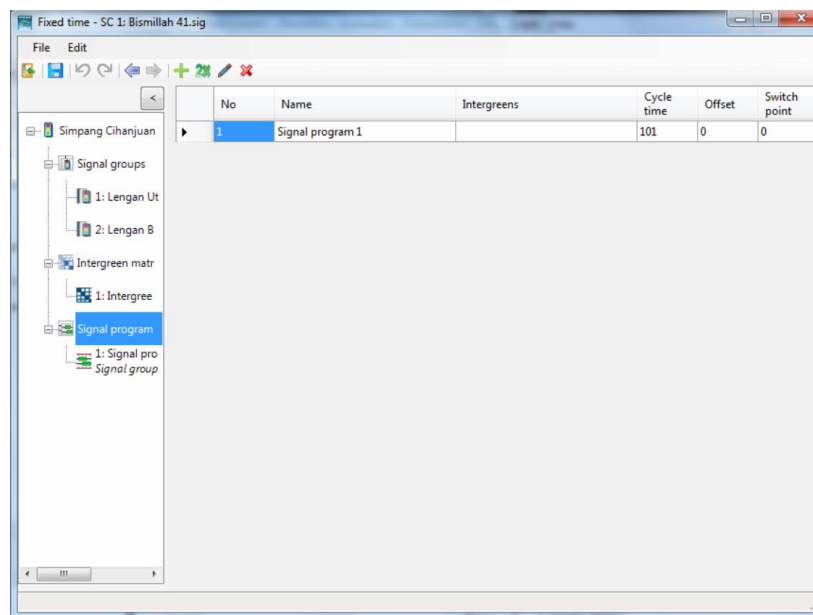
Gambar 4.28 Tampilan Default Sequence

Kemudian pada kolom *Integreen matrix*, klik tanda (+) untuk menambahkan kolom baru seperti tampilan pada Gambar 4.29 berikut.

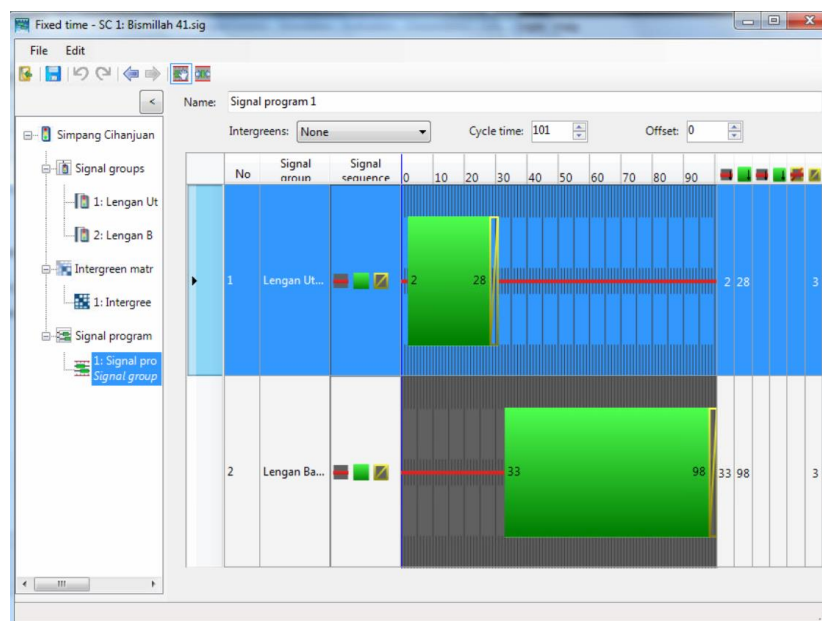


Gambar 4.29 Tampilan Integreen Matrix

Setelah menambahkan *Integreen matrix*, lanjut ke bagian *Signal program*. Klik tanda (+) untuk menambahkan kolom baru seperti tampilan pada Gambar 4.30, lalu buka sub kolomnya sehingga muncul tampilan seperti pada Gambar 4.31. Pada kolom *Signal program* ini, dapat diatur fase dan waktu sinyal yang telah dirancang sebelumnya.

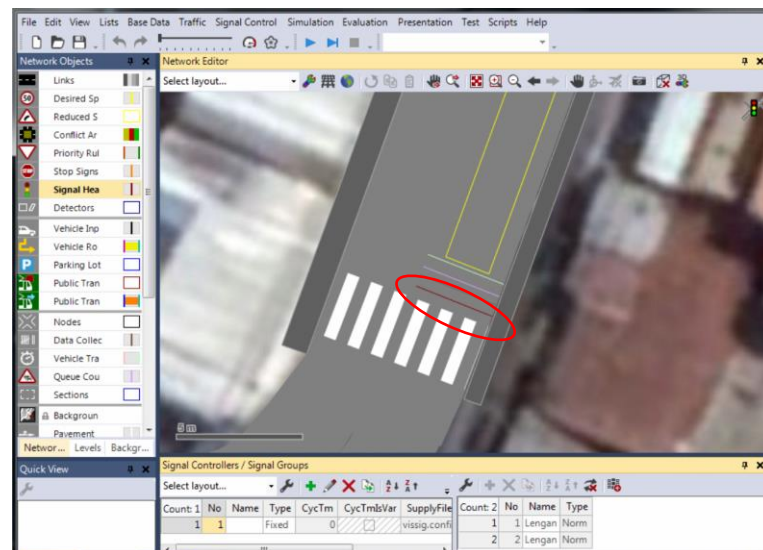


Gambar 4.30 Tampilan Signal Program



Gambar 4.31 Tampilan Pengaturan Waktu Sinyal

Setelah semuanya beres, lalu klik OK. Selanjutnya beralih ke jendela utama dan pilih *Signal Head* pada *Network Objects* untuk memberikan tanda dimana kendaraan berhenti ketika sinyal dipasang. Pada Gambar 4.32 berikut merupakan tampilan *Signal Head* pada salah satu *link*.



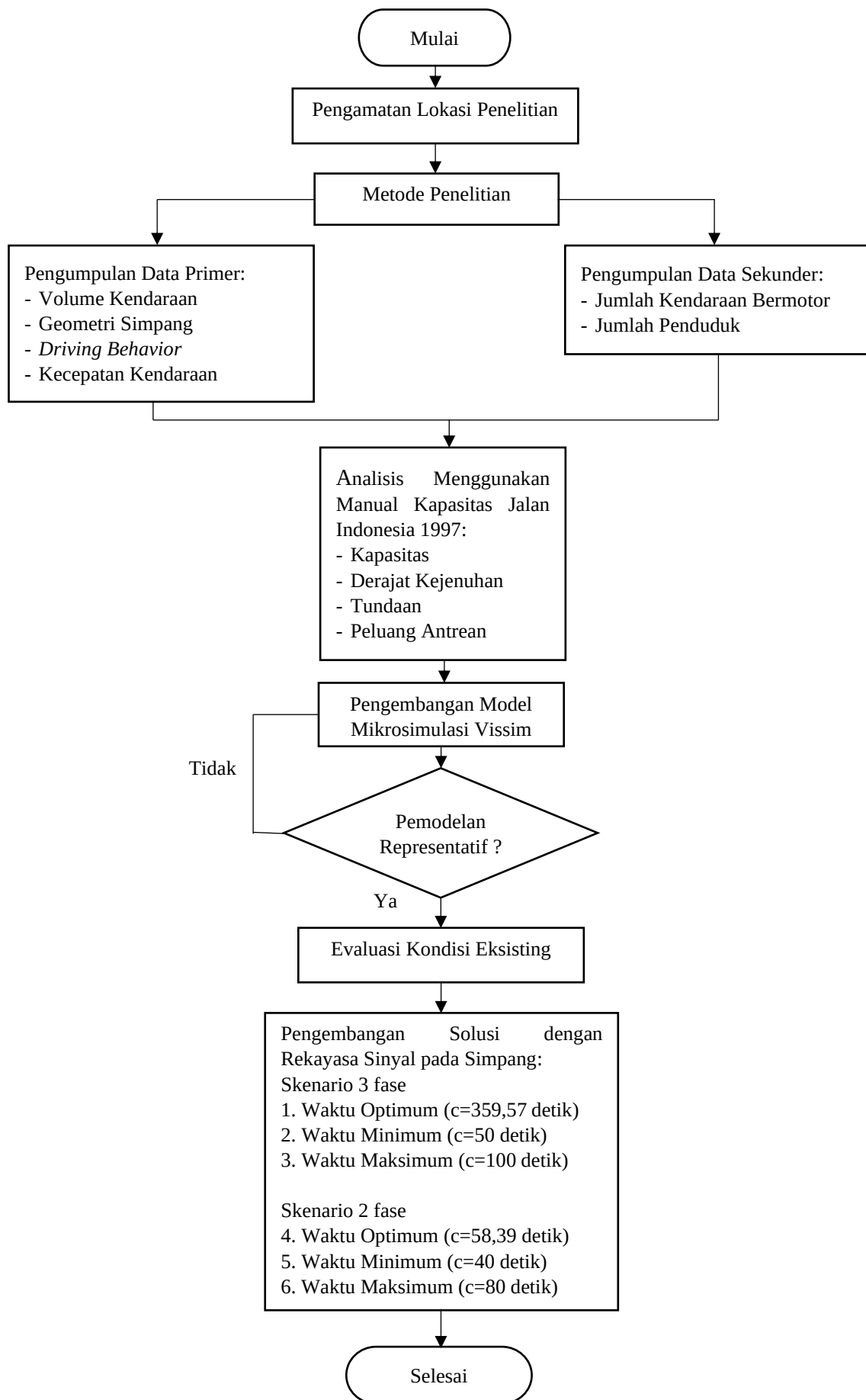
Gambar 4.32 Tampilan Jendela *Signal Head*

Setelah semua konfigurasi sinyal telah dipasang, waktunya menjalankan *running* tahap 2. Tujuan dari *running* tahap 2 ini adalah untuk mengetahui kondisi simpang setelah diberi sinyal. Cara yang digunakan sama dengan *running* tahap 1.

Dalam mendesain sinyal untuk suatu simpang, perlu beberapa alternatif yang bertujuan untuk membandingkan hasilnya agar mendapatkan kondisi simpang yang optimal. Untuk parameter *output*nya adalah tundaan dan panjang antrean, yang selanjutnya dikaitkan dengan *Level of Service* (LOS).

4.9 Diagram Alir Pekerjaan (Flow Chart)

Diagram alir merupakan gambaran proses penelitian dalam bentuk grafis, sehingga dapat dengan mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah-langkah dari suatu tahapan ke tahapan lainnya. Pada umumnya diagram alir digunakan untuk merencanakan, menganalisis, atau menggambarkan suatu alur kerja yang memiliki banyak langkah. Gambar 4.33 pada halaman selanjutnya merupakan diagram alir untuk menggambarkan proses penelitian ini.



Gambar 4.33 Diagram Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

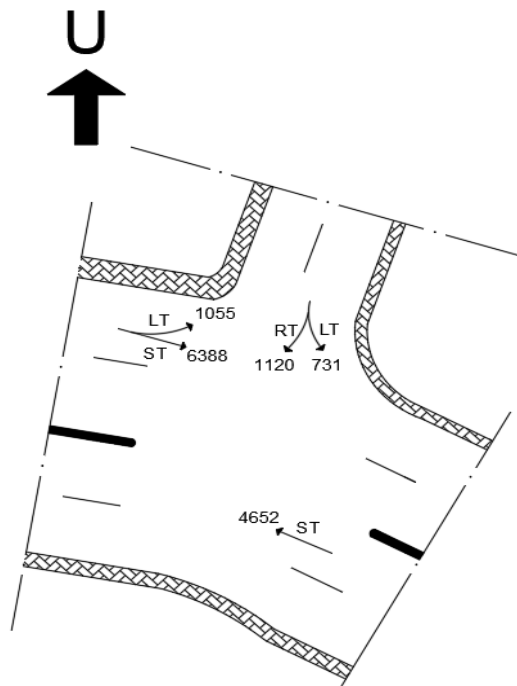
5.1 Analisis Kinerja Simpang dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Kinerja simpang dianalisis dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil akhirnya didapatkan berupa kapasitas total (C) dan derajat kejenuhan (DS). Setelah itu, dapat diketahui apakah simpang tak bersinyal yang dijadikan lokasi penelitian sudah berjalan dengan baik atau dalam keadaan jenuh.

5.1.1 Volume Kendaraan Pada Jam Puncak

Untuk data volume kendaraan di simpang Cihanjuang pada jam puncak pukul 07.15 - 08.15 WIB, terlampir pada Lampiran 2. Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) yang digunakan adalah 1 untuk LV, 1,3 untuk HV, dan 0,5 untuk MC.

Pada Gambar 5.3 berikut merupakan pola arus lalu lintas dalam kondisi eksisting dari setiap lengan simpang dalam satuan kendaraan/jam.



Gambar 5.1 Pola Arus Lalu Lintas

Pada Tabel 5.1 berikut merupakan total kendaraan bermotor pada jalan minor dan jalan mayor.

Tabel 5.1 Total Kendaraan Bermotor

Total Kendaraan	Kendaraan/Jam	smp/Jam
Jalan Minor + Jalan Mayor	13946	11125,80

5.1.2 Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang dihitung menggunakan beberapa parameter simpang yang terdiri dari:

1. Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe simpang seperti pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Simpang

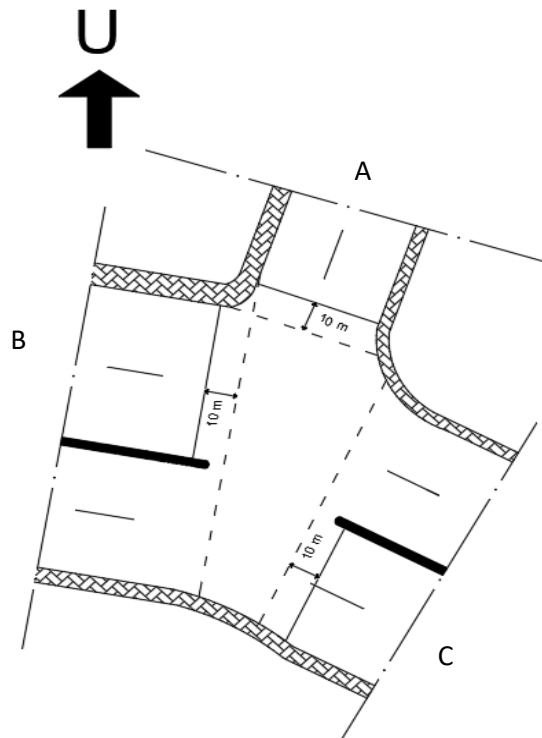
Tipe Simpang	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Karena lokasi penelitian terdiri dari 3 lengan simpang, 2 lajur jalan minor, dan 4 lajur jalan mayor (utama), maka masuk ke dalam tipe simpang 324. Maka dari itu, nilai kapasitas dasar diasumsikan sebesar 3200 smp/jam.

2. Faktor Penyesuaian Lebar Rata-Rata Pendekat (F_w)

Gambaran dalam menentukan lebar pendekat pada simpang dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



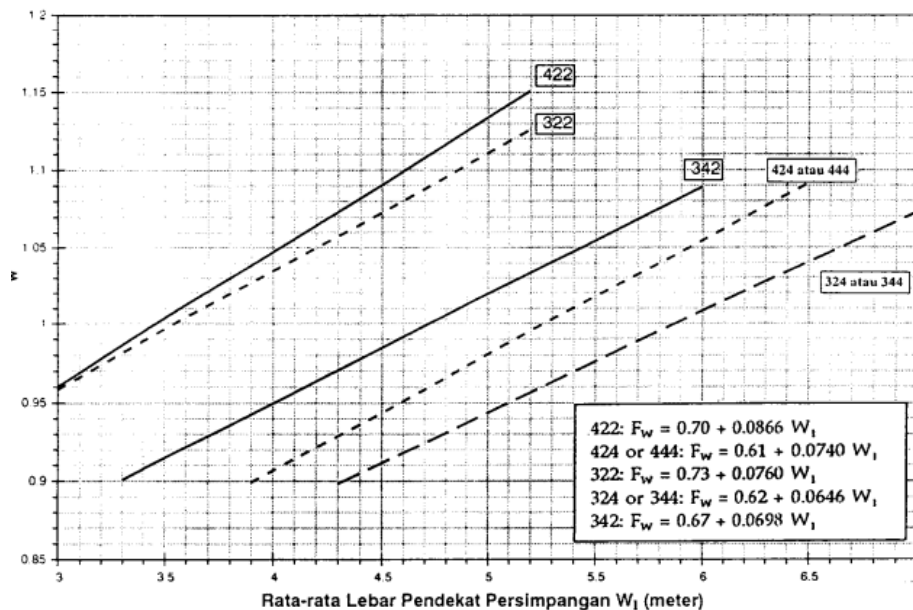
Gambar 5.2 Lebar Pendekat Pada Simpang

Diperoleh lebar jalur pada tiap lengan adalah sebagai berikut.

A = 6,5 m; B = 9 m; dan C = 7,2 m

Setelah itu, lebar rata-rata pendekat (W_1) dapat dihitung menggunakan rumus 3.6 seperti berikut.

$$W_1 = \frac{\frac{a}{2} + b + c}{3} = \frac{\frac{6,5}{2} + 9 + 7,2}{3} = 6,4833 \text{ m} \quad (3.6)$$



Gambar 5.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Berdasarkan grafik dan rumus di atas, maka didapatkan nilai F_w lengan Utara sebesar 0,8299; lengan Barat sebesar 1,2014; dan lengan Timur sebesar 1,0851.

3. Faktor Penyesuaian Tipe Median Jalan Utama (F_M)

Faktor penyesuaian tipe median jalan utama ditentukan dengan menggunakan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Nilai F_M Berdasarkan Tipe Median Jalan Utama

Uraian	Tipe Median	F_M
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama (lebar <3 m)	Sempit	1,05
Ada median jalan utama (lebar ≥ 3 m)	Lebar	1,20

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Lebar median pada jalan utama yang didapatkan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan adalah sebesar 50 cm atau 0,5 m (<3 m). Maka dari itu, nilai F_M pada lengan Barat dan Timur adalah 1,05. Sedangkan untuk lengan Utara tidak memiliki median, sehingga memiliki nilai $F_M = 1,00$.

4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Nilai faktor penyesuaian ukuran kota didapatkan berdasarkan Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Nilai FCS Berdasarkan Ukuran Kota

Ukuran Kota	Penduduk (juta)	F_{CS}
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Menurut data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Cimahi, jumlah penduduk di Kota Cimahi sebesar 554.755 ribu jiwa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa termasuk ukuran kota sedang dan memiliki nilai F_{CS} 0,94.

5. Faktor Penyesuaian Rasio Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Nilai faktor penyesuaian rasio kendaraan tak bermotor didapatkan berdasarkan kelas tipe lingkungan jalan dan kelas hambatan sampingnya. Tabel 5.5 berikut merupakan tabel kelas hambatan samping dan nilai faktor tersebut.

Tabel 5.5 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Jumlah Kejadian	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	< 100	Daerah permukiman; jalan samping tersedia
Rendah	L	100 – 299	Daerah Permukiman; beberapa angkutan umum
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri; beberapa toko sisi jalan
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial; aktivitas pasar sisi jalan

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Pada Gambar 5.6 berikut merupakan contoh kondisi jalan perkotaan pada MKJI 1997 dengan hambatan samping yang tinggi.



Gambar 5.4 Kondisi Jalan Perkotaan dengan Hambatan Samping Tinggi
(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Kondisi Simpang Cihanjuang pada jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.5 Foto Kondisi Lengan Barat

Jika dibandingkan kedua foto tersebut, terdapat kesamaan bahwa terdapat beberapa kendaraan yang berhenti di sisi jalan sehingga menghambat mobilitas kendaraan lainnya. Aktivitas sisi jalan pun terlihat tinggi dan terdapat area komersil di kawasan simpang. Oleh karena itu, berdasarkan Tabel 5.5 dan foto perbandingan kondisi simpang, maka hambatan samping Simpang Cihanjuang terbilang tinggi. Tabel 5.6 berikut merupakan tabel untuk menentukan nilai F_{RSU} berdasarkan tipe lingkungan jalan dan hambatan samping.

Tabel 5.6 Nilai FRSU Berdasarkan Tipe Lingkungan Jalan dan Hambatan Samping

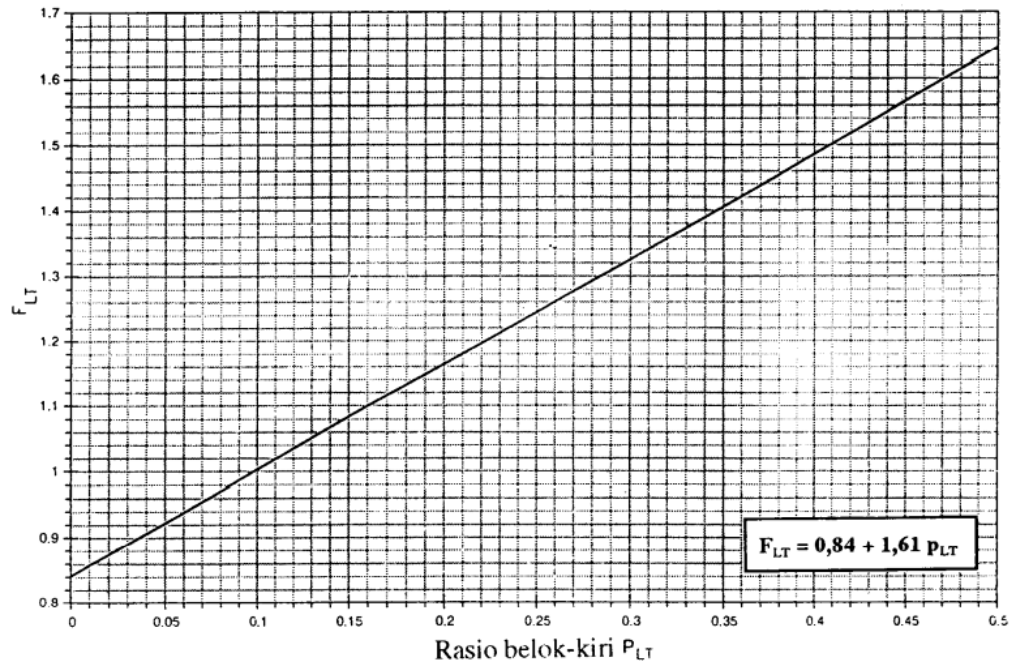
Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan Samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Berdasarkan kondisi khusus pada tabel 5.4, foto perbandingan dari MKJI 1997 dengan foto kondisi lapangan, serta setelah dilakukannya pengamatan langsung di lapangan, simpang tersebut memiliki hambatan samping yang tinggi. Sedangkan untuk rasio kendaraan bermotor didapatkan nilai sebesar 0,0035. Sehingga, didapatkan nilai F_{RSU} untuk ketiga lengan sebesar 0,93.

6. Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kiri (F_{LT})

Nilai faktor penyesuaian rasio belok kiri didapatkan dari Gambar 5.8 ini.



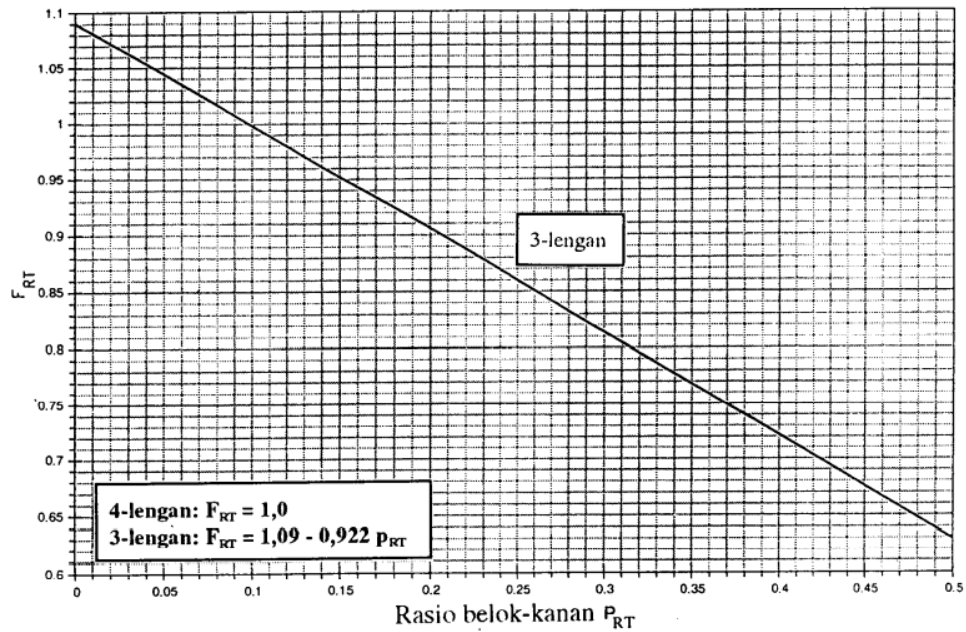
Gambar 5.6 Grafik Faktor Rasio Belok Kiri

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Kendaraan yang dapat belok kiri adalah kendaraan dari lengan Utara dan Barat. Sehingga dapat dihitung F_{LT} menggunakan rumus dari gambar di atas, yaitu dari lengan Utara sebesar 1,4794 dan lengan Barat sebesar 1,0681. Sementara untuk lengan Timur tidak ada belok kiri sehingga F_{LT} bernilai 1,0.

7. Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kanan (F_{RT})

Nilai faktor penyesuaian rasio belok kanan didapatkan dari Gambar 5.9 di bawah ini.



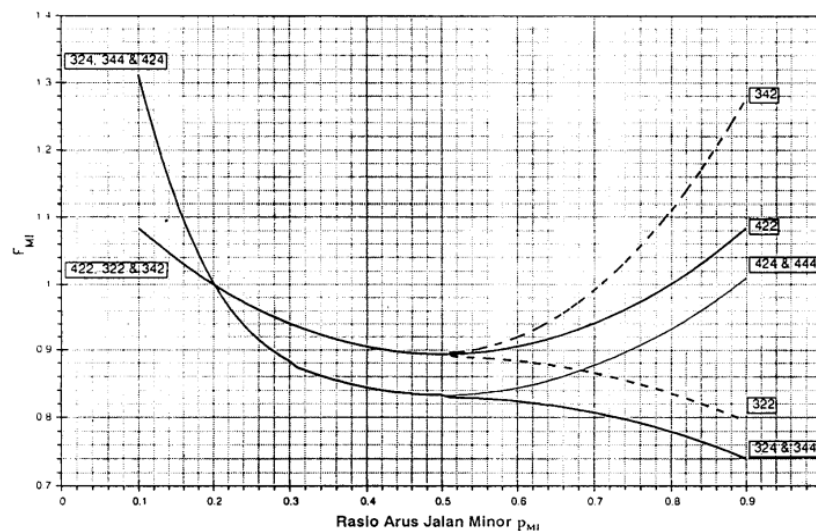
Gambar 5.7 Grafik Faktor Rasio Belok Kanan

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Kendaraan yang dapat belok kanan adalah kendaraan dari lengan Utara saja. Oleh karena itu, dapat dihitung nilai F_{RT} lengan Utara sebesar 0,5341. Sementara untuk lengan Barat dan Timur memiliki nilai F_{RT} sebesar 1,00.

8. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Nilai faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat didapatkan dari Gambar 5.10 dan/atau Tabel 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.8 Grafik Faktor Rasio Arus Jalan Minor

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Tabel 5.7 Rumus Faktor Rasio Arus Jalan Minor

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1 -0,3
444	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times p_{MI}^2 + 0,595 \times p_{MI}^3 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0,1 -0,5
	$2,38 \times p_{MI}^2 - 2,38 \times p_{MI} + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555 \times p_{MI}^2 + 0,555 \times p_{MI} + 0,69$	0,5-0,9

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Didapatkan nilai P_{MI} sebesar 0,1003, maka nilai penyesuaian arus jalan minor pada tipe simpang 324 berdasarkan tabel rumus di atas adalah sebesar 1,0826.

9. Kapasitas Total (C)

Setelah mendapatkan semua parameter di atas, selanjutnya kapasitas total untuk ketiga lengan simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus 3.2. Dan pada Tabel 5.8 berikut merupakan hasil kapasitas pada setiap lengannya.

Tabel 5.8 Kapasitas Total (C)

Lengan	Kapasitas (smp/jam)
Utara	1986,1733
Barat	4080,7280
Timur	3450,6883

5.1.3 Kondisi Simpang

Untuk mengevaluasi kinerja simpang, dibutuhkan informasi mengenai kondisi suatu simpang. Parameter yang perlu dihitung adalah Derajat Kejenuhan (DS), Tundaan, dan Peluang Antrean pada simpang Cihanjuang dengan perhitungan seperti berikut.

1. Derajat Kejenuhan (DS)

Berdasarkan rumus 3.2, pada Tabel 5.9 berikut hasil yang diperoleh dari perhitungan derajat kejenuhan pada ketiga lengan di simpang Cihanjuang.

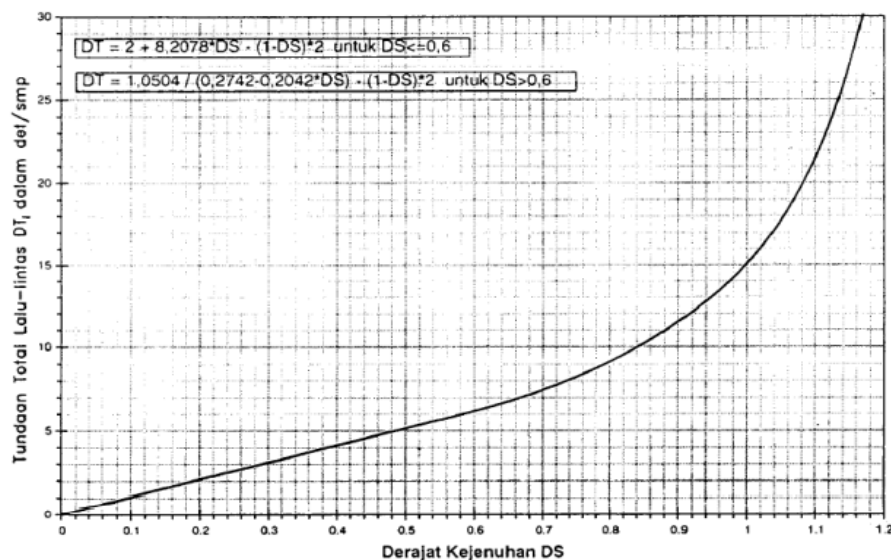
Tabel 5.9 Derajat Kejenuhan (DS)

Lengan	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	0,56
Barat	1,83
Timur	0,74

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kondisi lengan Barat pada simpang dalam keadaan sangat jenuh karena memiliki nilai 1,83 (>1). Hal tersebut dikarenakan terjadi kemacetan pada lengan Barat dan terdapat beberapa angkutan umum yang berhenti di pinggir jalan.

2. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT_I)

Tundaan lalu lintas simpang merupakan tundaan untuk semua kendaraan bermotor yang memasuki kawasan simpang. Untuk menentukan tundaan lalu lintas pada simpang, digunakan rumus dari Gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Tundaan Lalu Lintas Simpang

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

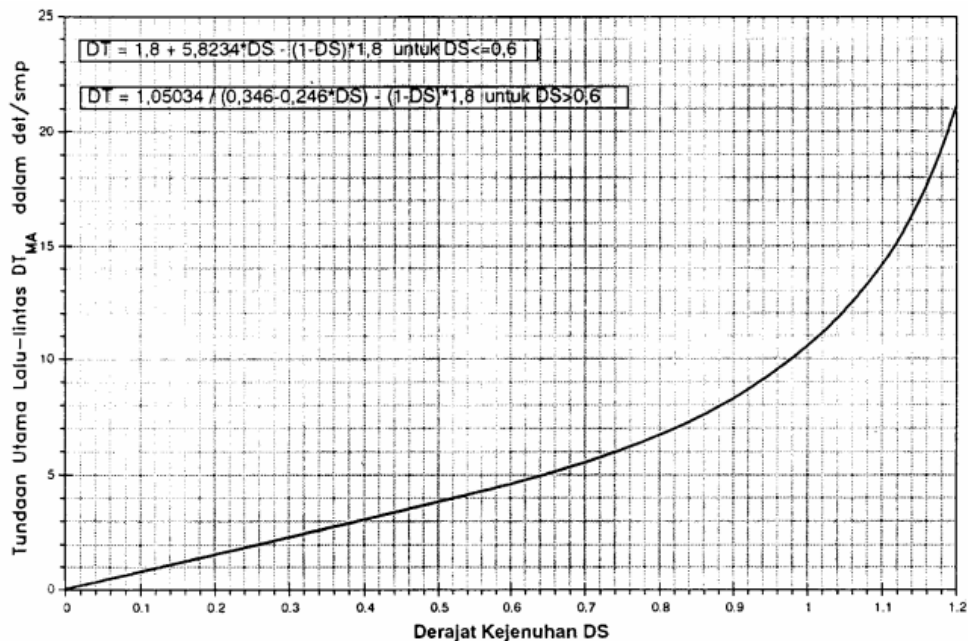
Nilai tundaan lalu lintas simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$DT_I = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS) \times 2$$

Untuk lengan Utara didapatkan nilai DT_I sebesar 10,0; lengan Barat 9,5; dan lengan Timur 10,1.

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan utama. Hasilnya dapat ditentukan dengan rumus dari Gambar 5.12 di bawah ini.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Nilai tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1-DS) \times 1,8$$

Untuk lengan Utara didapatkan nilai DT_{MA} sebesar 4,8; lengan Barat 11,7; dan lengan Timur 6,1.

4. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor dapat dihitung berdasarkan tundaan lalu lintas simpang rata-rata dan tundaan lalu lintas jalan utama rata-rata dengan rumus berikut.

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$$

Untuk lengan Utara didapatkan nilai DT_{MI} sebesar 33,5; lengan Barat 41,6; dan lengan Timur 30,9.

5. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang merupakan tundaan geometrik rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk kawasan simpang. Nilai DG dapat diperoleh menggunakan rumus 3.3 atau 3.4 berdasarkan nilai dari derajat kejenuhannya. Nilai derajat kejenuhan (DS) lengan Utara dan Timur sebesar 0,5618 dan 0,7431 ($<1,0$), sehingga nilai DG dihitung menggunakan rumus 3.3. Sementara nilai DS lengan Barat sebesar 1,8246 ($\geq 1,00$) sehingga nilai DG dihitung menggunakan rumus 3.4.

Untuk lengan Utara didapatkan nilai DG sebesar 3,8; lengan Barat 4; dan lengan Timur 3,9.

6. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dapat ditentukan dengan rumus seperti berikut.

$$D = DG + DTI$$

Untuk lengan Utara didapatkan nilai D sebesar 13,8; lengan Barat 13,5; dan lengan Timur 14,0. Dengan mengacu Permenhub No. PM 96 tahun 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 3.10, tundaan pada ketiga lengan simpang tersebut termasuk kategori B.

7. Peluang Antrean (QP)

Rentang peluang antrean pada tiap lengan simpang dihitung menggunakan rumus berikut.

$$9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \text{ dan}$$

$$47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

Pada Tabel 5.10 berikut merupakan hasil peluang antrean dari ketiga lengan pada simpang.

Tabel 5.10 Peluang Antrean (QP)

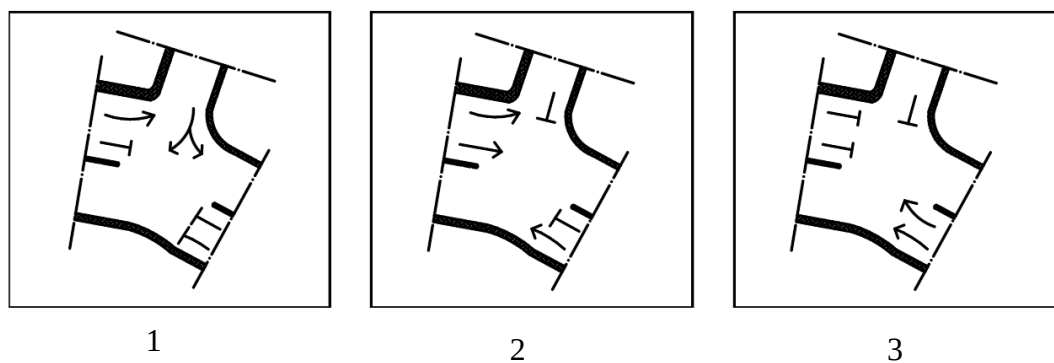
Lengan	Peluaang Antrean (%)
Utara	13 – 29
Barat	148 – 347
Timur	22 – 45

Peluang antrean pada lengan Barat memiliki nilai $>100\%$ dikarenakan kapasitas jalannya tidak dapat menampung volume kendaraan dari arah Barat dan kerap terjadi penumpukan kendaraan pada mulut simpang. Sehingga mengakibatkan kinerja simpang belum memenuhi persyaratan.

5.2 Perhitungan Waktu Siklus

5.2.1 Fase Simpang

Dalam analisis ini, penulis membuat 3 fase dengan pola seperti Gambar 5.11 berikut. Pada lengan Utara, Barat dan Timur dipasang sinyal.



Gambar 5.11 Skenario Tiga Fase Simpang Cihanjuang

Berikut merupakan pola fasenya:

- Fase pertama, hanya kendaraan dari arah Utara yang dapat bergerak menuju Barat (RT) dan Timur (LT). Untuk kendaraan dari arah Barat dan Timur, berlaku *Left Turn On Red* (LTOR).
- Fase kedua, hanya kendaraan dari arah Barat yang dapat bergerak menuju Utara (LT) dan Timur (ST). Untuk kendaraan dari arah Utara berhenti. Untuk kendaraan dari arah Timur berlaku *Left Turn On Red* (LTOR).
- Fase ketiga, hanya kendaraan dari arah Timur yang bergerak menuju Utara (RT) dan Barat (ST). Kendaraan dari arah Barat dan Utara berhenti.

Untuk mendapatkan waktu siklus yang sesuai, diperlukan perhitungan manual simpang bersinyal dengan panduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Berikut merupakan tahapannya.

1. Arus Kendaraan (Q)

Volume kendaraan yang digunakan pada perhitungan simpang bersinyal ini hampir sama dengan volume kendaraan pada perhitungan simpang tak bersinyal, tetapi ada perbedaan pada Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) pada sepeda motor (MC). EMP untuk sepeda motor sebelumnya adalah 0,5, sedangkan untuk simpang bersinyal EMP nya adalah 0,2. Tabel 5.11 berikut merupakan arus kendaraan dari ketiga lengan.

Tabel 5.11 Arus Kendaraan Simpang Cihanjuang

Lengan	Q (smp/jam)
Utara	670
Barat	2267
Timur	1306,1

2. Lebar Pendekat Efektif (We)

Tipe pendekat yang digunakan adalah terlindung. Dengan pengukuran di lapangan, didapatkan lebar pendekat efektif setiap lengannya adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Lebar Pendekat Efektif

Lengan	We (meter)
Utara	3,25
Barat	9
Timur	7,2

3. Arus Jenuh Dasar (S_0)

Menurut Buku karya Munawar tahun 2006, rumus yang digunakan untuk menghitung arus jenuh dasar adalah $S_0 = 780 \times We$. Sehingga didapatkan hasil perhitungannya seperti Tabel 5.13 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.13 Arus Jenuh Dasar

Lengan	S_0 (smp/jam)
Utara	2535
Barat	7020
Timur	5616

4. Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian terdiri dari Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}), Faktor hambatan samping (F_{SF}), Faktor penyesuaian kelandaian (F_G), Faktor penyesuaian pengaruh parkir (F_P), Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}), dan Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}). Cara mendapatkannya hampir sama dengan perhitungan pada simpang tak bersinyal sebelumnya. Penentuan nilai-nilai faktor penyesuaian ini merujuk pada Tabel 4.12 dan 4.13. Hanya ada perbedaan rumus pada F_{RT} dan F_{LT} . Pada Tabel 5.14 berikut rekapitulasi hasil perhitungannya.

Tabel 5.14 Faktor Penyesuaian

Lengan	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}
Utara	0,94	0,93	1	1	1,1559	0,9360
Barat	0,94	0,93	1	1	1	0,9773
Timur	0,94	0,93	1	1	1	1,0000

5. Nilai Arus Jenuh (S)

Nilai arus jenuh didapatkan dari perkalian semua faktor penyesuaian. Pada Tabel 5.15 berikut merupakan hasilnya pada tiap lengan.

Tabel 5.15 Nilai Arus Jenuh

Lengan	S (smp/jam)
Utara	2397,57
Barat	5997,34
Timur	4909,51

6. Rasio Arus (FR)

Rasio arus dihitung pada setiap pendekat. Rumusnya adalah arus kendaraan dibagi dengan nilai arus jenuh. Tabel 5.16 berikut merupakan hasilnya.

Tabel 5.16 Rasio Arus

Lengan	FR
Utara	0,2795
Barat	0,3780
Timur	0,2660

Sedangkan untuk nilai $FR_{crit} = FR$ pada setiap lengannya.

7. Rasio Arus Sempang (IFR)

Rasio arus sempang didapatkan dari jumlah rasio arus ($\sum FR$) yang telah didapatkan sebelumnya. Nilai yang didapatkan adalah sebesar 0,9235.

8. Waktu Hilang Total per Siklus (LTI)

Didapatkan nilai LTI dari perkalian antara jumlah lengan sempang dengan waktu antar hijau atau *intergreen*. *Intergreen* sendiri didapatkan dari penjumlahan *all red* dan *amber*. *All red* didapatkan 2 detik, sedangkan *amber* 3 detik. Sehingga nilai dari *intergreen* adalah 5 detik. Hal itu pun sesuai dengan panduan MKJI 1997, dimana menjelaskan bahwa apabila lebar jalan rata-rata diantara 10-14 meter, atau tergolong ukuran sempang yang sedang, maka nilai normal waktu antar hijau adalah sebesar 5 detik/fase.

9. Waktu Siklus (c siklus)

Waktu siklus didapatkan dari rumus empiris, yaitu:

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) = (1,5 \times 15 + 5) / (1 - 0,9235) = 359,57 \text{ detik.}$$

10. Rasio Fase (PR)

Rasio fase didapatkan dari rumus berikut:

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

$$\text{Utara: } 0,2795 / 0,9235 = 0,3025$$

$$\text{Barat: } 0,3780 / 0,9235 = 0,4093$$

$$\text{Timur: } 0,2660 / 0,9235 = 0,2881$$

11. Waktu Hijau

Perhitungan waktu hijau pada tiap lengannya adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu hijau} = (c - LTI) \times PR$$

$$\text{Utara: } (359,57 - 15) \times 0,3025 = 105 \text{ detik}$$

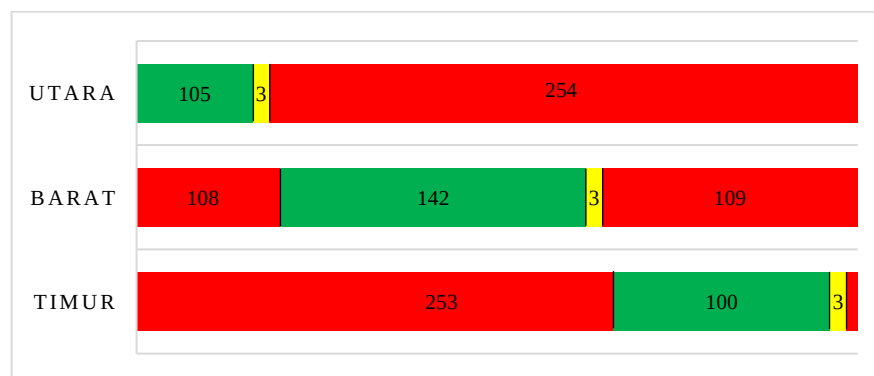
$$\text{Barat: } (359,57 - 15) \times 0,4093 = 142 \text{ detik}$$

$$\text{Timur: } (359,57 - 15) \times 0,2881 = 100 \text{ detik}$$

12. Waktu Siklus Penyesuaian (c siklus penyesuaian)

Waktu siklus penyesuaian didapatkan dari total waktu hijau dijumlahkan dengan LTI. Total waktu hijau yang didapatkan adalah 347 detik. Sehingga jumlah waktu siklus penyesuaian adalah $347 + 15 = 362$ detik.

Gambar 5.12 berikut merupakan diagram siklus untuk perhitungan di atas dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.12 Diagram Sinyal (c=359,57 detik)

5.4.3 Perhitungan Derajat Kejenuhan dan Tundaan

Derajat kejenuhan dan tundaan menjadi parameter untuk menentukan apakah simpang yang telah diteliti sudah memenuhi persyaratan simpang optimal atau belum. Berikut penjabarannya.

1. Kapasitas (C)

Kapasitas didapatkan dengan perhitungan seperti berikut:

$$C = S \times (\text{green time} / c \text{ siklus penyesuaian})$$

Untuk c siklus yang dipakai adalah sebesar 359,57 detik, sesuai dengan perhitungan sebelumnya. Tabel 5.17 berikut merupakan hasil rekapitulasi dari ketiga lengannya.

Tabel 5.17 Kapasitas

Lengan	C (smp/jam)
Utara	695,43
Barat	2352,55
Timur	1356,22

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat menjadi acuan apakah kondisi simpang jenuh atau tidak. Pada Tabel 5.18 berikut merupakan hasil perhitungannya.

Tabel 5.18 Derajat Kejenuhan (c = 359,57 detik)

Lengan	DS
Utara	0,96
Barat	0,96
Timur	0,96

Dengan nilai DS tiap lengan masih $>0,75$, maka Simpang Cihanjuang dengan waktu siklus 359,57 detik, dianggap jenuh.

3. Tundaan

Tundaan dapat menjadi acuan untuk menilai apakah *Level of Service* (LOS) dari Simpang Cihanjuang sudah memenuhi persyaratan atau belum seperti yang sudah tercantum dalam Tabel 3.10 Tingkat Pelayanan Simpang. Untuk setiap ruas jalan memiliki penetapannya masing masing dalam menentukan

batas LOS nya. Pada Tabel 5.19 berikut merupakan klasifikasi menurut fungsi jalannya.

Tabel 5.19 Penetapan Level of Service (LOS)

Fungsi Jalan	LOS
Arteri Primer	$\geq B$
Kolektor Primer	$\geq B$
Lokal Primer	$\geq C$
Tol	$\geq B$
Arteri Sekunder	$\geq C$
Kolektor Sekunder	$\geq C$
Lokal Sekunder	$\geq D$
Lingkungan	$\geq D$

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 96, 2015)

Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Walikota Cimahi, fungsi dari Jalan Cihanjuang (lengan Utara) adalah jalan arteri sekunder, sedangkan Jalan Cibabat (lengan Barat) adalah jalan arteri primer. Sehingga untuk lengan Utara, sekurang-kurangnya memiliki nilai LOS sebesar C, sedangkan untuk lengan Barat sekurang-kurangnya memiliki nilai LOS sebesar B.

Setelah melakukan *running* pada *software* Vissim, didapatkan hasil tundaan dengan waktu siklus 359,57 detik pada ketiga lengannya pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Tundaan (c = 359,57 detik)

Lengan	Tundaan (detik/smp)	LOS
Utara	25,70	D
Barat	27,75	D
Timur	24,99	D

4. Panjang Antrean

Perhitungan panjang antrean adalah untuk menentukan jumlah antrean smp pada setiap lengan simpang. Setelah melakukan *running* pada Vissim, didapatkan

hasil panjang antrean dengan waktu siklus 359,57 detik pada ketiga lengannya pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Panjang Antrean (c = 359,57)

Lengan	Panjang Antrean (m)
Utara	40,36
Barat	58,98
Timur	44,27

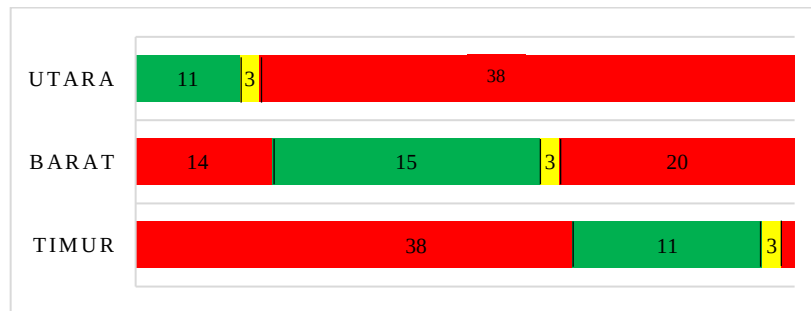
Melihat hasil tersebut, dapat dinyatakan bahwa dengan waktu siklus optimum sebesar 359,57 detik serta menggunakan pola 3 fase, nilai LOS yang didapat belum memenuhi persyaratan umum suatu simpang bersinyal. Hal yang menjadi faktor tidak terpenuhi persyaratannya adalah nilai waktu siklus yang besar sehingga menyebabkan nilai tundaan dan panjang antrean yang besar pula.

5.3 Alternatif Rekayasa Lalu Lintas Simpang

Setelah menganalisis simpang dengan menggunakan perhitungan waktu siklus optimum dan masih belum memenuhi syarat, maka akan dicoba untuk menganalisis kembali beberapa alternatif dalam menentukan waktu siklus. Di bawah ini akan dijelaskan alternatif apabila dianalisis menggunakan waktu siklus yang berbeda atau dengan menggunakan jumlah fase yang berbeda.

1. Waktu Minimum 3 Fase

Pada alternatif pertama ini akan dianalisis waktu siklus minimum untuk 3 fase berdasarkan saran dari MKJI 1997, yaitu 50 detik. Waktu siklus penyesuaian yang didapatkan adalah sebesar 52 detik. Dengan analisis yang sama dengan cara sebelumnya, didapatkan waktu sinyal pada Gambar 5.13 berikut dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.13 Diagram Sinyal (c = 50 detik)

2. Waktu Maksimum 3 fase

Pada alternatif kedua, dianalisis waktu siklus dengan nilai waktu siklus maksimum untuk 3 fase berdasarkan saran dari MKJI 1997, yaitu 100 detik. Waktu siklus penyesuaian yang didapatkan adalah sebesar 101 detik. Setelah dilakukan analisis, didapatkan waktu sinyal seperti Gambar 5.14 berikut dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.14 Diagram Sinyal (c = 100 detik)

Pada Tabel 5.22 di halaman selanjutnya tertera rekapitulasi perbandingan hasil perhitungan rekayasa simpang dengan menggunakan 3 fase pada lengan Utara, Barat, dan Timur.

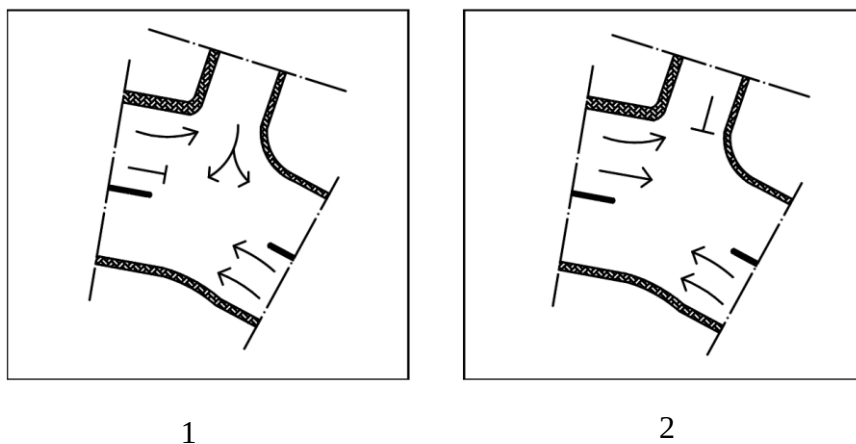
Tabel 5.22 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan 3 Fase

Waktu Siklus (detik)	Lengan	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/smp)	LOS
Optimum (359,57)	Utara	695,43	0,96	40,36	25,70	D
	Barat	2352,55	0,96	58,98	27,75	D
	Timur	1356,22	0,96	44,27	24,99	D
Minimum (50)	Utara	507,19	1,32	46,39	25,59	D
	Barat	1730,00	1,31	74,54	26,39	D
	Timur	1038,55	1,26	49,49	18,50	C
Maksimum (100)	Utara	617,20	1,09	40,36	21,53	C
	Barat	2078,29	1,09	71,26	27,83	D
	Timur	1215,22	1,08	48,06	20,08	C

Dengan hasil di atas, kondisi simpang masih belum layak untuk dipasang sinyal dengan menggunakan 3 fase. Hal itu dikarenakan nilai LOS yang belum memenuhi persyaratan simpang. Maka selanjutnya dibuat alternatif dengan menggunakan 2 fase.

3. Waktu Optimum 2 Fase

Pada alternatif ketiga, dilakukan perubahan fase menjadi 2 fase. Skenario fase yang digunakan adalah seperti Gambar 5.15 berikut.

**Gambar 5.15 Skenario Dua Fase Simpang Cihanjuang**

Pada skenario ini, sinyal hanya dipasang pada lengan Utara dan Barat saja. Untuk lengan Timur tidak menggunakan sinyal dan kendaraan tidak boleh belok kanan ke arah Utara. Hal ini sesuai dengan kondisi *eksisting* dimana kendaraan dari arah Timur tidak diperbolehkan untuk belok kanan ke arah Utara. Jadi, untuk kendaraan dari arah Timur yang hendak ke Utara, harus memutar melalui jalan pengalihan lain di depannya sejauh kurang lebih 1 km. Tetapi perlu diperhatikan juga, bahwa apakah akan terjadi penumpukan kendaraan di kawasan lain apabila skenario ini berjalan. Perlunya perhitungan dan analisis lebih lanjut untuk mengetahui masalah tersebut. Pada Gambar 5.16 berikut merupakan rute pengalihan arus kendaraan dari arah Timur menuju ke arah Utara.



Gambar 5.16 Rute Pengalihan Arus Timur ke Utara
(Sumber: Google Earth)

Arus kendaraan dari arah Timur yang hendak ke Utara, harus memutar terlebih dahulu melalui Jalan SMP 1 atau Jalan Raden Embang Artawidjaja. Lalu, masuk kembali ke jalur Barat untuk selanjutnya dapat masuk ke Utara dengan belok ke kiri (LT).

Sementara untuk lengan Timur, perlu ada *flashing* atau APILL dengan warna kuning saja untuk menandakan bahwa kendaraan harus berhati-hati ketika melewati simpang tersebut.

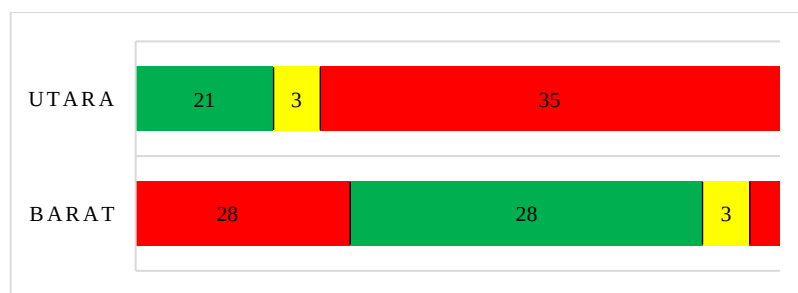
Dengan pengalihan tersebut, maka akan meminimalisir konflik yang terjadi di Simpang Cihanjuang dan dapat mengurai arus kendaraan dari arah Timur. Oleh karena itu, akan dicoba untuk membuat skenario hanya dengan menggunakan dua fase saja.

Berikut merupakan pola fase yang digunakan:

Fase pertama, kendaraan dari arah Utara dapat bergerak menuju Barat (RT) dan Timur (LT). Untuk kendaraan dari arah Barat berlaku *Left Turn On Red* (LTOR). Sedangkan untuk kendaraan dari arah Timur dapat bergerak karena tidak dipasang sinyal.

Fase kedua, kendaraan dari arah Barat dapat bergerak menuju Utara (LT) dan Timur (ST). Untuk kendaraan dari arah Utara berhenti. Sementara untuk kendaraan dari arah Timur dapat bergerak karena tidak dipasang sinyal.

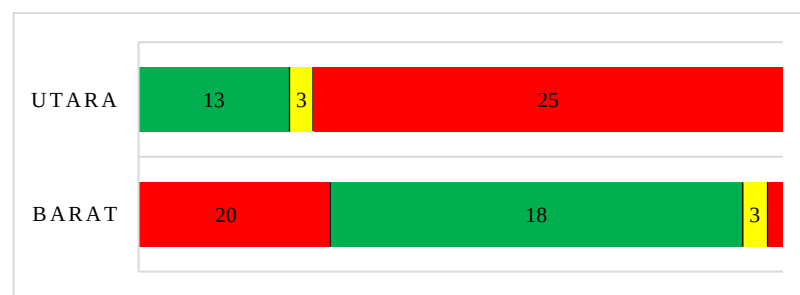
Selain skenario fase, waktu siklus juga diubah dengan menggunakan waktu optimum sebesar 58,39 detik. Waktu tersebut telah dihitung menggunakan rumus empiris melalui panduan MKJI 1997. Waktu siklus penyesuaian yang didapatkan sebesar 59 detik. Pada Gambar 5.17 berikut merupakan waktu sinyal yang telah dianalisis dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.17 Diagram Sinyal (c = 58,39 detik)

4. Waktu Minimum 2 Fase

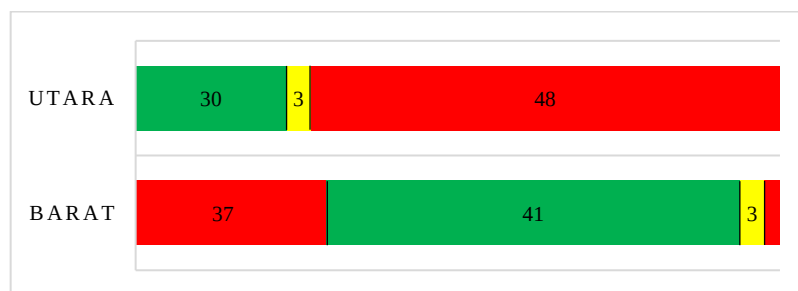
Pada alternatif keempat, dianalisis waktu siklus dengan nilai waktu siklus minimum yang disarankan MKJI 1997 untuk penggunaan 2 fase, yaitu sebesar 40 detik dengan waktu siklus penyesuaian sebesar 41 detik. Waktu minimum disarankan untuk simpang dengan lebar jalan <10 m. Setelah dilakukan analisis, didapatkan waktu sinyal seperti Gambar 5.18 berikut dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.18 Diagram Sinyal (c = 40 detik)

5. Waktu Maksimum 2 Fase

Pada alternatif kelima, dianalisis waktu siklus dengan nilai waktu siklus maksimum yang disarankan MKJI 1997 untuk penggunaan 2 fase, yaitu sebesar 80 detik dengan waktu siklus penyesuaian sebesar 81 detik. Setelah dilakukan analisis, didapatkan waktu sinyal seperti Gambar 5.19 berikut dengan waktu *all red* 2 detik dan *amber* 3 detik.



Gambar 5.19 Diagram Sinyal (c = 80 detik)

Pada Tabel 5.23 berikut, ditampilkan hasil perhitungan analisis dari kedua alternatif dengan menggunakan 2 fase.

Tabel 5.23 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan 2 Fase

Waktu Siklus (detik)	Lengan	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/smp)	LOS
Optimum (58,39)	Utara	853,37	0,78	14,37	11,42	B
	Barat	2846,20	0,80	66,73	15,34	C
Minimum (40)	Utara	760,20	0,88	12,90	11,03	B
	Barat	2632,98	0,86	67,80	15,09	B
Maksimum (80)	Utara	887,99	0,75	18,13	13,43	B
	Barat	3035,69	0,75	64,86	15,89	C

Dari hasil perhitungan skenario 2 fase di atas, didapatkan satu solusi yang memiliki nilai LOS yang sudah memenuhi syarat, yaitu waktu siklus minimum dalam 2 fase dengan waktu siklus minimum sebesar 40 detik. Nilai LOS yang didapatkan pada kedua lengannya adalah B. Akan tetapi, nilai derajat kejenuhan pada kedua lengan simpang masih terbilang tinggi atau mendekati kondisi jenuh. Sehingga perlu diberikan solusi lain untuk mengurangi angka derajat kejenuhan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pemodelan dan perhitungan analisis 3 fase dan 2 fase pada Simpang Cihanjuang dengan mikrosimulasi Vissim, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kondisi *eksisting* kawasan Simpang Cihanjuang yang tak bersinyal memiliki tingkat derajat kejenuhan pada lengan Utara sebesar 0,56; lengan Barat 1,83; dan lengan Timur 0,74. Hasil tersebut menandakan bahwa lengan Barat dalam kondisi sangat jenuh. Oleh karena itu, diperlukan solusi agar Simpang Cihanjuang memiliki kinerja yang optimal.
2. Solusi yang ditawarkan peneliti adalah dengan pemasangan sinyal karena mempertimbangkan kondisi lingkungan di sekitar kawasan Simpang Cihanjuang dan biaya yang dikeluarkan.
3. Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Walikota Cimahi, fungsi dari Jalan Cihanjuang (lengan Utara) adalah jalan arteri sekunder, sedangkan Jalan Cibabat (lengan Barat) adalah jalan arteri primer. Menurut aturan Permenhub Nomor PM 96 Tahun 2015, nilai *Level of Service* (LOS) untuk jalan arteri sekunder sekurang-kurangnya bernilai C. Sementara itu untuk jalan arteri primer sekurang-kurangnya bernilai B.
4. Dari beberapa skenario yang dilakukan, didapatkan pengaturan 2 fase dengan waktu siklus minimum sebesar 40 detik dan waktu siklus penyesuaian sebesar 41 detik, sebagai alternatif yang paling sesuai dengan persyaratan umum Permenhub Nomor PM 96 Tahun 2015. Pemasangan sinyal dilakukan pada dua lengan, yaitu lengan Utara dan lengan Barat dengan tundaan masing-masing lengan adalah 11,03 detik/smp dan 15,09 detik/smp. *Level of Service* (LOS) yang didapatkan adalah B untuk lengan Utara dan lengan Barat.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian, pemodelan, dan analisis dengan Vissim, berikut merupakan saran yang dapat dijadikan bahan penelitian selanjutnya supaya mendapatkan hasil yang lebih baik.

1. Hasil analisis walaupun tundaan pada simpang sudah memenuhi syarat LOS, tetap harus diberikan solusi lain untuk mendapatkan nilai derajat kejenuhan yang lebih rendah.
2. Lebar jalan belum memenuhi persyaratan fungsi jalan, sehingga perlu dianalisis lebih lanjut.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperhatikan efek pengaruh pengalihan arus dari arah Timur menuju arah Utara.
4. Untuk penelitian selanjutnya, apabila melakukan pengukuran *driving behavior*, harus dilakukan dengan skalatis agar didapatkan data yang valid.
5. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menghitung jumlah kejadian pada kawasan simpang untuk menjadi data masukan dalam hambatan samping.
6. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya di Simpang Cihanjuang memperhatikan keamanan peneliti dan surveyor untuk menghindari kejadian yang tak diinginkan seperti kecelakaan. Lalu untuk jumlah surveyor sebaiknya lebih dari 4 orang agar lebih memudahkan dalam pengerjaan dan meminimalisir *human error*.
7. Selalu mengikuti perkembangan data di lapangan, terutama mengenai fungsi jalan, kondisi simpang, dan peraturan yang sewaktu-waktu dapat diperbaharui.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Cimahi. 2020. *Kota Cimahi Dalam Angka*. Penerbit Badan Pusat Statistik. Cimahi.
- Dinas Perhubungan Kota Cimahi. 2019. *Kajian Rencana Induk Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Kota Cimahi: Transportasi Kota Cimahi*. Penelitian:5-1 – 5-60. Cimahi.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta
- Jamin, A. dan Munawar, A. 2017. *Model Simulasi Lalu Lintas Simbang Tak Bersinyal Dengan Program Vissim (Studi Kasus Persimpangan Jalan Siliwangi – Jalan Jaksa Naranata – Jalan Laswi, Kabupaten Bandung)*. Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-20 Universitas Hasanuddin. Makassar. 4-5 November:692-701.
- Killi, D.V. dan Vedagiri P. 2014. *Proactive Evaluation of Traffic Safety at Unsignalized Intersection Using Microsimulation. Journal of Traffic and Logistics Engineering*. Vol. 2 No. 2:140-145. Mumbai, India.
- Muchlisin, Tajudin I., Widodo W. 2019. *Optimization Model of Unsignalized Intersection to Signalized Intersection Using PTV Vissim: Study Case in Imogiri Barat and Tritunggal Intersection, Yogyakarta. International Journal of Integrated Engineering*. Vol. 11 No. 9:12-26. Yogyakarta.
- Maulana. 2021. *Analisa Kinerja Simbang Tak Bersinyal (Studi Kasus Simbang Tiga Tak Bersinyal di Ruas Jalan Raya Ngopak-Jalan PG. Kedwaung Kabupaten Pasuruan)*. Tugas Akhir. Malang.
- Nyame-Baafi, E., Adams C.A., dan Osei K.K. 2018. *Volume Warrants for Major and Minor Roads Left-Turning Traffic Lanes at Unsignalized T-Intersections: A Case Study Using Vissim Modelling. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. Vol. 5 No. 5:417-428. Kumasi, Ghana.

- Pebriyetti S. dkk. 2017. *Penggunaan Software Vissim untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan, dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)*. Pontianak.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan.
- Romadhona P. J, Ikhsan T. N, dan Prasetyo D. 2019. *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas: PTV Vissim 9.0*. UII Press. Yogyakarta.
- Saputro, dkk. 2018. *Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau KM. 5,5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara Menggunakan Permodelan Vissim menjadi Simpang Bersinyal*. Jurnal Teknologi Terpadu. Vol. 6 No. 1. Balikpapan.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Underwood. 1990. Traffic Management: An Introduction. *Transportation Research Board*. (<https://trid.trb.org/view/362282>. Diakses 25 Agustus 2021).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DATA VOLUME
KENDARAAN

Volume Kendaraan Tiap Lengan

Senin, 13 September 2021

Utara ke Barat				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	53	3	219	2
07.00-07.15	46	3	219	1
07.15-07.30	50	4	228	0
07.30-07.45	54	1	227	1
07.45-08.00	53	2	223	0
08.00-08.15	46	7	225	1
08.15-08.30	49	1	211	1
08.30-08.45	45	2	208	2
Total	396	23	1760	8

Utara ke Timur				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	26	1	146	2
07.00-07.15	32	0	144	1
07.15-07.30	35	5	152	2
07.30-07.45	38	4	144	2
07.45-08.00	31	1	141	1
08.00-08.15	32	2	146	0
08.15-08.30	37	0	132	1
08.30-08.45	33	2	138	1
Total	264	15	1143	10

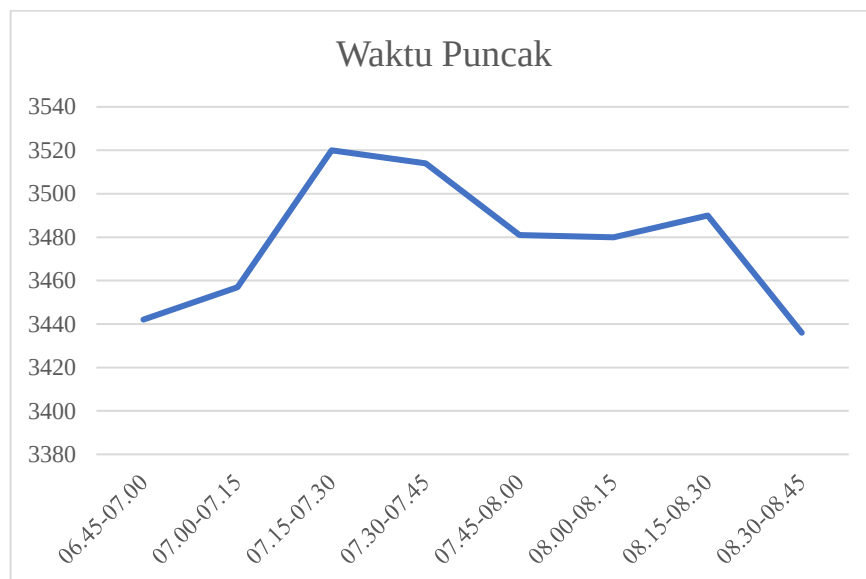
Barat ke Utara				
Waktu	LV	HV	MC	UM
06.45-07.00	27	2	219	1
07.00-07.15	31	2	221	0
07.15-07.30	41	4	251	3
07.30-07.45	33	1	243	2
07.45-08.00	24	1	214	2
08.00-08.15	30	2	211	1
08.15-08.30	28	2	255	0
08.30-08.45	31	1	241	0
Total	245	15	1855	9

Barat ke Timur					
Waktu	LV	HV	MC	UM	Bus
06.45-07.00	197	3	1354	3	2
07.00-07.15	193	4	1386	2	2
07.15-07.30	206	3	1375	5	4
07.30-07.45	203	2	1394	5	2
07.45-08.00	195	4	1410	1	1
08.00-08.15	200	4	1383	4	2
08.15-08.30	191	2	1377	3	2
08.30-08.45	198	3	1325	2	3
Total	1583	25	11004	25	18

Timur ke Barat					
Waktu	LV	HV	MC	UM	Bus
06.45-07.00	112	2	1062	3	3
07.00-07.15	109	2	1053	2	4
07.15-07.30	106	4	1036	4	2
07.30-07.45	109	5	1031	6	7
07.45-08.00	111	3	1055	4	4
08.00-08.15	101	1	1072	5	5
08.15-08.30	106	5	1082	3	2
08.30-08.45	114	3	1077	4	3
Total	868	25	8468	31	30

LAMPIRAN 2
DATA VOLUME JAM
PUNCAK

Penentuan Waktu Jam Puncak



Total Kendaraan pada Jam Puncak

Waktu	LV	HV	MC	UM	Bus
07.15-07.30	438	20	3042	14	6
07.30-07.45	437	13	3039	16	9
07.45-08.00	414	11	3043	8	5
08.00-08.15	409	16	3037	11	7
Total	1698	60	12161	49	27
Grand Total	13946				

LAMPIRAN 3
DATA KONVERSI VOLUME
KENDARAAN PADA JAM
PUNCAK

Rekapitulasi Data Konversi Volume Kendaraan

Komposisi Lalu Lintas		LV		HV		MC		BUS		Faktor-smp		Faktor-k	Kend Tak Bermotor (Kend/Jam)
Ruas Jalan	Arah	Kend Ringan LV		Kend Berat HV		Sepeda Motor MC		BUS		Kend Bermotor Total MV			
		Kend/Jam	emp	Kend /Jam	emp	Kend/ Jam	emp	Kend/ jam	emp	Kend/Jam	smp/jam	Rasio Belok	
			1		1,3		0,5		1,3				
			smp/jam		smp/jam		smp/jam		smp/jam				
Jalan Cihanjuang (Minor)	LT	136	136	12	15.6	583	291.5	0	0	731	443,1	0,3971	5
	RT	203	203	14	18.2	903	451.5	0	0	1120	672,7	0,6029	2
Total Jalan Minor		339	339	26	34	1486	743	0	0	1851	1116		7
Jalan Cibabat (Mayor Barat))	LT	128	128	8	8	919	919	0	0	1055	1055	0,1417	8
	ST	804	804	13	13	5562	5562	9	11.7	6388	6391		15
	Total	932	932	21	21	6481	6481	9	11.7	7443	7446		23
Jalan Cibabat (Mayor Timur)	ST	427	427	13	16.9	4194	2097	18	23.4	4652	2564		19
	Total	427	427	13	16.9	4194	2097	18	23.4	4652	2564,3		19
Total Jalan Mayor		1359	1359	34	38	10675	8578	27	35	12095	10010		42

Lanjutan Rekapitulasi Data Konversi Volume Kendaraan

Komposisi Lalu Lintas		LV		HV		MC		BUS		Faktor-smp		Faktor-k	Kend Tak Bermotor (Kend/Jam)
Ruas Jalan	Arah	Kend Ringan LV		Kend Berat HV		Sepeda Motor MC		BUS		Kend Bermotor Total MV			
		Kend/Jam	emp	Kend /Jam	emp	Kend/ Jam	emp	Kend/ jam	emp	Kend/Jam	smp/jam	Rasio Belok	
			1		1,3		0,5		1,3				
			smp/jam		smp/jam		smp/jam		smp/jam				
Total Jalan Minor + Mayor	LT	264	264	20	24	1502	1211	0	0	1786	1498	0,1346	13
	ST	1231	1231	26	30	9756	7659	27	35	11040	8955		34
	RT	203	203	14	18	903	452	0	0	1120	673	0,0605	2
Total Jalan Minor + Mayor		1698	1698	60	72	12161	9321	27	35	13946	11125,80		49

LAMPIRAN 4
DATA *DRIVING BEHAVIOUR*

Rekapitulasi Data *Driving Behaviour*

Jalan Cihanjuang (Utara)		
Sampel	Depan - Belakang	
	Berhenti (m)	Berjalan (m)
1	0,30	1,00
2	0,50	0,70
3	0,50	0,80
4	0,40	1,10
5	0,45	0,60
6	0,55	1,00
7	0,40	1,15
8	0,35	1,10
9	0,55	1,00
10	0,35	1,00
Rata-rata	0,44	0,95

Jalan Cibabat (Barat)				
Sampel	Depan - Belakang		Kanan - Kiri	
	Berhenti (m)	Berjalan (m)	Berhenti (m)	Berjalan (m)
1	0,50	1,10	0,50	0,70
2	0,55	1,00	0,60	0,65
3	0,45	0,80	0,40	0,70
4	0,50	0,90	0,80	0,40
5	0,50	1,20	0,60	0,50
6	0,40	1,10	0,50	0,50
7	0,50	0,90	0,55	0,70
8	0,40	1,00	0,45	0,80
9	0,55	1,00	0,50	0,45
10	0,50	1,20	0,70	0,40
Rata-rata	0,49	1,02	0,56	0,58

Lanjutan Rekapitulasi Data *Driving Behaviour*

Jalan Cibabat (Timur)				
Sampel	Depan - Belakang		Kanan - Kiri	
	Berhenti (m)	Berjalan (m)	Berhenti (m)	Berjalan (m)
1	0,45	1,20	0,65	0,60
2	0,50	1,00	0,60	0,65
3	0,70	1,10	0,50	0,80
4	0,80	1,00	0,65	0,70
5	0,50	1,10	0,70	0,80
6	0,55	1,30	0,80	0,50
7	0,60	1,50	0,55	0,60
8	0,60	0,90	0,65	0,75
9	0,50	1,00	0,50	0,55
10	0,70	1,00	0,55	0,50
Rata-rata	0,59	1,11	0,62	0,65

LAMPIRAN 5
DATA KECEPATAN
KENDARAAN

Data Pengukuran Jarak Penembak pada Tiap Lengan

Lengan Barat

r =	20	m
d1 =	2,25	m
d2 =	6,75	m

$\cos \alpha_1 =$	0,99373
$\cos \alpha_2 =$	0,94749

Lengan Utara

r =	20	m
d1 =	1,625	m

$\cos \alpha_1 =$	0,99672
-------------------	---------

Lengan Timur

r =	20	m
d1 =	1,8	m
d2 =	5,40	m

$\cos \alpha_1 =$	0,99597
$\cos \alpha_2 =$	0,96543

Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Barat

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		LV				
1	5	27	1	0,99373	27,17	28,18
2						
3		29	1	0,99373	29,18	
4						
5						
6						
1	10					33,77
2						
3		29	2	0,94749	30,61	
4						
5		35	2	0,94749	36,94	
6						
1	15	33	2	0,94749	34,83	32,72
2						
3						
4		29	2	0,94749	30,61	
5						
6						
1	20					28,50
2						
3		32	2	0,94749	33,77	
4		22	2	0,94749	23,22	
5						
6						
1	25	37	1	0,99373	37,23	33,39
2		28	2	0,94749	29,55	
3						
4						
5						
6						
1	30	35	1	0,99373	35,22	32,85
2		30	2	0,94749	31,66	
3						
4						
5						
Rata-rata LV Barat					31,67	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Barat

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		HV				
1	5					28,91
2						
3						
4		30	2	0,947492	31,66	
5						
6		26	1	0,993731	26,16	
1	10	35	1	0,993731	35,22	32,71
2						
3						
4						
5						
6		30	1	0,993731	30,19	
1	15					23,65
2						
3		22	1	0,993731	22,14	
4						
5						
6		25	1	0,993731	25,16	
1	20					25,19
2						
3						
4						
5		22	2	0,947492	23,22	
6		27	1	0,993731	27,17	
1	25					30,19
2						
3						
4						
5		25	1	0,993731	25,16	
6		35	1	0,993731	35,22	
1	30					27,63
2						
3		20	2	0,947492	21,11	
4		32	2	0,947492	33,77	
5						
Rata-rata HV Barat					28,02	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Barat

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		MC				
1	5					34,30
2		35	2	0,947492	36,94	
3						
4						
5		30	2	0,947492	31,66	
6						
1	10					43,75
2		40	2	0,947492	42,22	
3						
4		45	1	0,993731	45,28	
5						
6						
1	15					43,27
2		46	2	0,947492	48,55	
3						
4						
5		36	2	0,947492	38,00	
6						
1	20	41	2	0,947492	43,27	41,16
2		37	2	0,947492	39,05	
3						
4						
5						
6						
1	25					33,44
2						
3		35	1	0,993731	35,22	
4		30	2	0,947492	31,66	
5						
6						
1	30					38,81
2		38	2	0,947492	40,11	
3						
4						
5		37	1	0,993731	37,23	
Rata-rata MC Barat					39,10	

Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Utara

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		LV				
1	5					23,08
2						
3		21	1	0,996715	21,07	
4						
5						
6		25	1	0,996715	25,08	
1	10					24,58
2						
3						
4		24	1	0,996715	24,08	
5						
6		25	1	0,996715	25,08	
1	15					26,09
2		27	1	0,996715	27,09	
3						
4						
5						
6		25	1	0,996715	25,08	
1	20	31	1	0,996715	31,10	26,09
2						
3		21	1	0,996715	21,07	
4						
5						
6						
1	25					27,09
2						
3		25	1	0,996715	25,08	
4						
5		29	1	0,996715	29,10	
6						
1	30					25,53
2		25	1	0,996715	25,08	
3		26	1	0,996715	26,09	
4						
5						
Rata-rata LV Utara					25,42	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Utara

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		HV				
1	5	20	1	0,996715	20,07	19,56
2						
3						
4		19	1	0,996715	19,06	
5						
6						
1	10					19,56
2						
3		21	1	0,996715	21,07	
4						
5		18	1	0,996715	18,06	
6						
1	15	22	1	0,996715	22,07	23,58
2						
3						
4						
5		25	1	0,996715	25,08	
6						
1	20					26,59
2		25	1	0,996715	25,08	
3						
4						
5						
6		28	1	0,996715	28,09	
1	25					24,08
2						
3						
4		21	1	0,996715	21,07	
5						
6		27	1	0,996715	27,09	
1	30	22	1	0,996715	22,07	23,33
2		25	1	0,996715	25,08	
3						
4						
5						
Rata-rata HV Utara					22,82	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Utara

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		MC				
1	5					16,55
2		30	1	0,996715	30,10	
3		27	1	0,996715	3,01	
4						
5						
6						
1	10	29	1	0,996715	29,10	27,09
2		25	1	0,996715	25,08	
3						
4						
5						
6						
1	15					32,11
2						
3		30	1	0,996715	30,10	
4		34	1	0,996715	34,11	
5						
6						
1	20					34,11
2						
3						
4		33	1	0,996715	33,11	
5		35	1	0,996715	35,12	
6						
1	25	26	1	0,996715	26,09	28,59
2		31	1	0,996715	31,10	
3						
4						
5						
6						
1	30					29,43
2						
3						
4		33	1	0,996715	33,11	
5		27	1	0,996715	27,09	
Rata-rata MC Utara					28,09	

Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Timur

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		LV				
1	5	39	1	0,995974	39,16	35,14
2						
3		31	1	0,995974	31,13	
4						
5						
6						
1	10					32,62
2						
3						
4						
5		31	2	0,965429	32,11	
6		33	1	0,995974	33,13	
1	15	35	2	0,965429	36,25	33,66
2		30	2	0,965429	31,07	
3						
4						
5						
6						
1	20					34,18
2						
3						
4		31	2	0,965429	32,11	
5		35	2	0,965429	36,25	
6						
1	25					36,77
2		33	2	0,965429	34,18	
3						
4		38	2	0,965429	39,36	
5						
6						
1	30	29	1	0,995974	29,12	33,14
2						
3						
4						
5		36	1	0,995974	36,15	
Rata-rata LV Timur					34,17	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Timur

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		HV				
1	5					27,97
2						
3						
4		25	2	0,965429	25,90	
5		29	2	0,965429	30,04	
6						
1	10					29,04
2						
3		27	2	0,965429	27,97	
4		30	1	0,995974	30,12	
5						
6						
1	15					30,61
2						
3		29	1	0,995974	29,12	
4						
5		31	2	0,965429	32,11	
6						
1	20					30,61
2						
3		31	2	0,965429	32,11	
4						
5						
6		29	1	0,995974	29,12	
1	25					33,13
2						
3		31	1	0,995974	31,13	
4						
5		35	1	0,995974	35,14	
6						
1	30					30,48
2						
3		30	2	0,965429	31,07	
4		29	2	0,965429	30,04	
5						
Rata-rata HV Timur					30,32	

Lanjutan Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Lengan Timur

No	Waktu	Kecepatan (kph) U0	Lajur	cos	Uk	Uk Rata - Rata
		MC				
1	5					46,09
2		48	2	0,965429	49,72	
3						
4						
5						
6		41	2	0,965429	42,47	
1	10	42	1	0,995974	42,17	43,35
2		43	2	0,965429	44,54	
3						
4						
5						
6						
1	15					37,19
2						
3						
4		34	2	0,965429	35,22	
5						
6		39	1	0,995974	39,16	
1	20	45	2	0,965429	46,61	47,40
2		48	1	0,995974	48,19	
3						
4						
5						
6						
1	25	40	2	0,965429	41,43	43,50
2						
3						
4						
5						
6		44	2	0,965429	45,58	
1	30					38,97
2		36	2	0,965429	37,29	
3						
4						
5		37	1	0,995974	37,15	
Rata-rata MC Timur					42,46	

LAMPIRAN 6
FOTO KAWASAN SIMPANG
CIHANJUANG

Lokasi Pemasangan Kamera



Lokasi Survei Kecepatan



Kondisi Lengan Barat



Kondisi Lengan Timur



Kondisi Lengan Utara

