

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA DAN USULAN PERBAIKAN SIMPANG
BERSINYAL POGUNG
(*PERFORMANCE EVALUATION AND PROPOSED
IMPROVEMENTS OF POGUNG INTERSECTION*)**

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



**Muhammad Rizky Fadhlillah
14511016**

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

YOGYAKARTA

2021

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA DAN USULAN PERBAIKAN SIMPANG BERSINYAL POGUNG (*PERFORMANCE EVALUATION AND PROPOSED IMPROVEMENTS OF POGUNG INTERSECTION*)

Disusun oleh

Muhammad Rizky Fadhlillah
14511016

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

Diuji pada tanggal 27 Oktober 2021

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

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

Penguji I

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

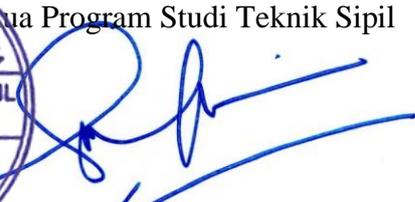
Penguji II

Ir. Subarkah, M.T.
NIK: 865110101

Mengesahkan,



Ketua Program Studi Teknik Sipil


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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 27 Oktober2021

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Rizky Fadhilillah

(14511016)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Dan Usulan Perbaikan Simpang Bersinyal Pogung*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

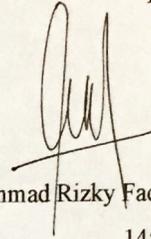
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam - dalamnya kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan dan dukungan yang diberikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng., Bapak Subarkah Ir., M.T. dan Bapak Corry Ya'cub, Ir., M.T. selaku dosen penguji,
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT selaku ketua prodi sarjana teknik sipil,
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah banyak berkorban baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini,
5. Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi,
6. Rizka Ariyanto, S.kom. selaku Laboran Rekayasa Transportasi, dan
7. Tim Surveyor lapangan atas bantuan, tenaga, dan waktu yang diluangkan dalam pengambilan data Tugas Akhir ini.

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

Yogyakarta, 27 Oktober 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters, positioned above the printed name.

Muhammad Rizky Fadhlillah

14511016

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Metode Evaluasi Kinerja Simpang	5
2.2 Kinerja Simpang Pogung	6
2.3 Mikrosimulasi <i>VISSIM</i>	6
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Persimpangan Dengan Sinyal	14
3.2 Arus dan Komposisi Lalu Lintas	14
3.3 Penggunaan Sinyal	16
3.3.1 Menghitung <i>Clearance Time</i>	16
3.3.2 Menentukan Besarnya Waktu Hilang	16

3.4	Menentukan Waktu Sinyal	17
3.4.1	Tipe Pendekat	17
3.4.2	Lebar Pendekat Efektif L_E	18
3.4.3	Arus Jenuh Dasar	19
3.5	Faktor Penyesuaian	23
3.6	Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan	29
3.6.1	Rasio Arus Jenuh	30
3.6.2	Waktu Siklus dan Waktu Hijau (C_{bp})	30
3.6.3	Kapasitas	32
3.6.4	Derajat Kejenuhan	33
3.7	Panjang Antrian	33
3.8	Kendaraan Terhenti (R_{KH})	35
3.9	Tundaan	35
3.10	Program Komputer <i>VISSIM</i>	37
BAB IV METODE PENELITIAN		38
4.1	Data Penelitian	38
4.2	Metode Pengumpulan Data	38
4.2.1	Peralatan yang Digunakan	40
4.2.2	Waktu Pelaksanaan Survei Lapangan	40
4.2.3	Teknik Pengambilan Data	41
4.3	Metode Analisis Data	44
4.4	Bagan Alir Penelitian	45
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		48
5.1	Pengolahan dan Analisis Data	48
5.1.1	Geometri Simpang Saat Ini	48
5.1.2	Pengaturan Simpang	49
5.1.3	Volume Jam Puncak	50
5.2	Pemodelan Simpang Jalan Jembatan Baru UGM dengan <i>Software VISSIM</i>	53
5.2.1	Aspek Geometri Simpang	53
5.2.2	Tabel Asal-Tujuan dan <i>Input</i> Volume Kendaraan	57

5.2.3	Pengaturan Simpang	60
5.2.4	Kalibrasi Parameter Perilaku Lalu Lintas	61
5.2.5	Uji Validasi Model	64
5.3	Kinerja Simpang pada Kondisi Saat Ini	66
5.3.1	Kapasitas Simpang	66
5.3.2	Derajat Jenuh, Panjang Antrean, dan Tundaan Menggunakan PKJI 2014	67
5.3.3	Tundaan dan Panjang Antrean Menggunakan VISSIM	71
5.4	Alternatif Solusi	72
5.4.1	Alternatif I (Penyesuaian Ulang Waktu Siklus)	72
5.4.2	Alternatif II (Perancangan Ulang Waktu Siklus dan Perubahan Fase)	76
5.5	Pembahasan	
5.5.1	Pembahasan	81
5.5.2	Perbandingan Perhitungan PKJI 2014 dan <i>Software VISSIM</i>	82
5.5.3	Perbandingan Karakteristik dan Kinerja Simpang	83
5.5.4	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	84
5.5.5	Prediksi Kinerja Masa Mendatang	85
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		88
6.1	Kesimpulan	88
6.2	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA		90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan	9
Tabel 3.1	Ekivalen Kendaraan Ringan (ekr)	15
Tabel 3.2	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})	23
Tabel 3.3	Ukuran Kota	23
Tabel 3.4	Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor	24
Tabel 3.5	Kelas Hambatan untuk Jalan Perkotaan	25
Tabel 3.6	Waktu Siklus yang Layak	31
Tabel 4.1	Data Penelitian	38
Tabel 5.1	Data Geometri Simpang	49
Tabel 5.2	Data Sinyal Lalu Lintas Simpang	49
Tabel 5.3	Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Pagi	51
Tabel 5.4	Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Sore	52
Tabel 5.5	Jam Puncak	53
Tabel 5.6	Data Jumlah Kendaraan	57
Tabel 5.7	Pengaturan <i>Driving Behavior</i>	62
Tabel 5.8	Hasil Validasi	65
Tabel 5.9	Kapasitas Simpang Kondisi Saat Ini	67
Tabel 5.10	Derajat Jenuh Kondisi Saat Ini	67
Tabel 5.11	Panjang Antrean Kondisi Saat Ini	69
Tabel 5.12	Rasio Kendaraan Terhenti Kondisi Saat Ini	69
Tabel 5.13	Tundaan Kendaraan Saat ini	70
Tabel 5.14	Tundaan Kondisi Saat Ini Menggunakan <i>VISSIM</i>	71
Tabel 5.15	Panjang Antrean Kondisi Saat Ini Menggunakan <i>VISSIM</i>	71
Tabel 5.16	Nilai Arus Jenuh (S) dalam Waktu Siklus Baru	72
Tabel 5.17	Kapasitas Simpang dalam Waktu Siklus Baru	73
Tabel 5.18	Derajat Kejenuhan (DJ) dalam Waktu Siklus Baru	74

Tabel 5.19	Panjang Antrean dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan PKJI 2014	74
Tabel 5.20	Panjang Antrean dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan <i>VISSIM</i>	74
Tabel 5.21	Tundaan dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan PKJI 2014	75
Tabel 5.22	Tundaan dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan <i>VISSIM</i>	75
Tabel 5.23	Nilai Arus Jenuh (S) dalam Kondisi Perubahan Fase	77
Tabel 5.24	Kapasitas Simpang dalam Kondisi Perubahan Fase	78
Tabel 5.25	Derajat Kejenuhan (DJ) dalam Kondisi Perubahan Fase	79
Tabel 5.26	Panjang Antrean dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan PKJI 2014	79
Tabel 5.27	Panjang Antrean dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan <i>VISSIM</i>	79
Tabel 5.28	Tundaan dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan PKJI 2014	80
Tabel 5.29	Tundaan dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan <i>VISSIM</i>	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian	2
Gambar 3.1	Penentuan Tipe Pendekat	17
Gambar 3.2	Lebar Pendekat dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas	19
Gambar 3.3	Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (Tipe P)	20
Gambar 3.4	Arus Jenuh untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah	21
Gambar 3.5	Arus Jenuh untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) Yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah	22
Gambar 3.6	Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (F_G)	26
Gambar 3.7	Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir (F_P)	27
Gambar 3.8	Faktor Penyesuaian untuk Belok Kanan (F_{BKa}) pada Pendekat Tipe P dengan Jalan Dua Arah, dan Lebar Efektif Ditentukan oleh Lebar Masuk	28
Gambar 3.9	Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (F_{BKl}) untuk Pendekat Tipe P, Tanpa B_{KIJT} , dan L_c Ditentukan oleh L_M	29
Gambar 3.10	Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{bp})	31
Gambar 3.11	Jumlah Antrian Maksimum (N_{QMAX}), skr , Sesuai dengan Peluang untuk Beban Lebih (P_{OL}) dan N_Q	34
Gambar 4.1	Lokasi Penempatan <i>Surveyor</i>	39
Gambar 4.2	Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (pada Saat Berhenti)	42
Gambar 4.3	Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (pada Saat Berjalan)	43
Gambar 4.4	Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian	45
Gambar 5.1	Geometri Simpang Jalan Jembatan Baru UGM	48
Gambar 5.2	Diagram Lampu Lalu Lintas Simpang	50
Gambar 5.3	Arah Fase Kondisi Eksisting	50
Gambar 5.4	Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Pagi	51
Gambar 5.5	Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Sore	52
Gambar 5.6	Pengaturan Satuan	54

Gambar 5.7	Pengaturan <i>Background</i>	55
Gambar 5.8	Pengaturan <i>Set Scale</i>	55
Gambar 5.9	Pembuatan <i>Link</i> dan Median	56
Gambar 5.10	Pembuatan <i>Connectors</i>	57
Gambar 5.11	Pengaturan <i>Input Data Volume</i> Kendaraan Jam Puncak ke Dalam <i>VISSIM</i>	58
Gambar 5.12	Pengaturan <i>Vehicle Compositions</i>	59
Gambar 5.13	Pengaturan Rute	59
Gambar 5.14	Pengaturan <i>Conflict Area</i>	60
Gambar 5.15	Pengaturan <i>Signal Controllers</i>	61
Gambar 5.16	Pengaturan <i>Driving Behavior</i>	63
Gambar 5.17	Pengaturan <i>Driving Behavior</i>	63
Gambar 5.18	Pengaturan <i>Random Seed</i>	65
Gambar 5.19	Diagram Lampu Lalu Lintas Alternatif 1	73
Gambar 5.20	Perubahan Fase Simpang	76
Gambar 5.21	Diagram Lampu Lalu Lintas Alternatif 2	77
Gambar 5.22	Perbandingan Panjang Antrean Menggunakan PKJI 2014 dengan <i>VISSIM</i>	82
Gambar 5.23	Perbandingan Tundaan Menggunakan PKJI 2014 dengan <i>VISSIM</i>	83
Gambar 5.24	Perbandingan Derajat Jenuh Eksisting dengan Penelitian Terdahulu	84
Gambar 5.25	Perbandingan Derajat Jenuh Alternatif Solusi dengan Penelitian Terdahulu	85
Gambar 5.26	Perbandingan Kapasitas	85
Gambar 5.27	Perbandingan Tundaan	86
Gambar 5.28	Perbandingan Panjang Antrean	86
Gambar 5.29	Perbandingan Derajat Jenuh	87

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Lampiran 1 Form Survei Volume Lalu Lintas

Lampiran 2 Gambar Survei Lapangan



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APILL	= Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
PKJI	= Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia
VISSIM	= <i>Verkehr in Stadteten Simulation Model</i>
SM	= Sepeda Motor
KR	= Kendaraan Ringan
KB	= Kendaraan Berat
KTB	= Kendaraan Tak Bermotor
skr	= Satuan Kendaraan Ringan
ekr	= Ekuivalen Kendaraan Ringan
R_{Bki}	= Rasio Belok Kiri
R_{Bka}	= Rasio Belok Kanan
Q	= Arus Lalu Lintas (skr/jam)
L_{KBR}	= Jarak dari Garis Henti ke Titik Konflik untuk Kendaraan yang Berangkat
L_{KDT}	= Jarak dari Garis Henti ke Titik Konflik untuk Kendaraan yang Datang
P_{KBR}	= Panjang Kendaraan yang Berangkat
V_{KBR}	= Kecepatan untuk Kendaraan Berangkat
V_{KDT}	= Kecepatan untuk Kendaraan Datan
H_H	= Waktu Hijau Hilang Total (detik)
L_E	= Lebar Pendekat Efektif
S	= Arus Jenuh (skr/jam)
S_0	= Arus Jenuh Dasar (skr/jam)
F_{UK}	= Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
F_{HS}	= Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
F_G	= Faktor Kelandaian
F_P	= Faktor Koreksi Parkir
F_{BKa}	= Faktor Penyesuaian Belok Kanan

R_{BKa}	= Persentase Belok Kanan
F_{BKl}	= Faktor Penyesuaian Belok Kiri
R_{BKl}	= Persentase Belok Kiri
$R_{Q/S}$	= Rasio Arus Jenuh
C_{bp}	= Waktu Siklus (detik)
$\sum R_{Q/S \text{ kritis}}$	= Rasio Arus Simpang
H_i	= Waktu Hijau Pada Fase I (detik)
C	= Kapasitas Simpang (skr/jam)
H	= Total Waktu Hijau dalam Satu Siklus (detik)
c	= Waktu Siklus (detik)
D_j	= Derajat Kejenuhan
PA	= Panjang Antrian
NQ	= Jumlah SKR yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya
RH	= Rasio Hijau
R_{KH}	= Rasio Kendaraan Terhenti
T_G	= Tundaan Geometrik
T_L	= Tundaan Lalu Lintas

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas merupakan masalah utama yang dihadapi oleh Kota Yogyakarta. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ompusunggu (2017) diperoleh $DJ > 0,85$ pada masing – masing arah tahun 2017 dimana 1,0445 (Utara), 0,9718 (Timur), 1,1465 (Selatan), 0,9196 (Barat) menunjukkan simpang Pogung masih mengalami masalah kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan memperbaiki kinerja simpang Pogung.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan *software VISSIM*. Survei dilakukan selama dua hari, yaitu hari Sabtu tanggal 19 September 2020 dan hari Senin tanggal 21 September 2020 pada pukul 06.30 WIB – 09.00 WIB dan 15.30 WIB – 18.00 WIB. Data yang diperoleh dari survei lapangan antara lain data geometri jalan, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan sinyal lalu lintas. Setelah melakukan survei didapatkan data lalu lintas pada simpang, data tersebut diolah untuk menentukan jam puncak yang diperoleh dari volume 15 menit tersibuk berurutan selama 1 jam. Hasil tersebut digunakan dalam perhitungan menggunakan PKJI 2014 dan pengoperasian *software VISSIM*. Analisis pertama merupakan kondisi simpang saat ini, kemudian analisis berikutnya dilakukan untuk Alternatif 1 dengan penyesuaian ulang waktu siklus sedangkan Alternatif 2 yaitu dengan perancangan ulang waktu siklus dan perubahan fase. Kemudian dapat diketahui seberapa besar perubahan efektifitas kinerja simpang ditinjau dari segi kapasitas, panjang antrean, tundaan dan derajat jenuh.

Perbaikan yang disarankan adalah Alternatif 2 karena mengalami peningkatan kinerja simpang ditunjukkan dengan bertambahnya nilai kapasitas sebesar 118,34% dan mengalami penurunan pada nilai tundaan sebesar 59,14%, panjang antrean 22,37% dan derajat jenuh 14,92 %.

Kata-kata kunci: Kinerja, Pemodelan, Simpang Bersinyal, PKJI 2014, *VISSIM*.

ABSTRACT

Traffic congestion is the main problem faced by the city of Yogyakarta. Based on research conducted by Ompusunggu (2017) obtained by $DJ > 0.85$ in each direction in 2017 where 1.0445 (North), 0.9718 (East), 1.1465 (South), 0.9196 (West) showed that Pogung still experienced congestion problems. This research aims to evaluate and improve the performance of Pogung intersection.

This research was conducted using the Indonesia Road Capacity Guidelines 2014 method and VISSIM software. The survey was conducted for two days, namely Saturday September 19, 2020 and Monday September 21, 2020 at 06.30 WIB - 09.00 WIB and 15.30 WIB - 18.00 WIB. Data obtained from field surveys include road geometry data, traffic volume, vehicle speed, and traffic signals. After conducting a survey obtained traffic data at the intersection, the data was processed to determine the peak hours obtained from the volume of 15 consecutive busiest minutes for 1 hour. These results are used in calculations using PKJI 2014 and vissim software operation. The first analysis is the current storage condition, then the next analysis is done for Alternative 1 with cycle time re-adjustment while Alternative 2 is by redesigning cycle time and phase change. Then it can be known how much changes in the effectiveness of the performance of the intersection in terms of capacity, length of queue, delay and degree of saturation.

The recommended improvement is Alternative 2 because the improvement in the performance of the intersection is indicated by an increase in capacity value of 118.34% and decrease in the value of delay by 59.14%, queue length of 22.37% and saturated degrees of 14.92%.

Keywords: *Performance, Modelling, Signalized Intersections, PKJI 2014, VISSIM.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

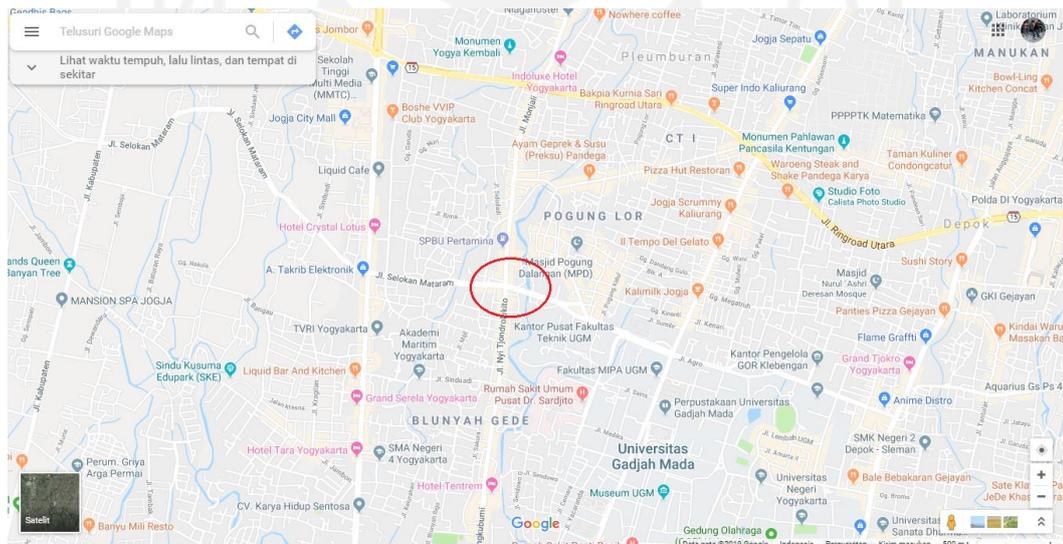
Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan peningkatan penduduk yang tinggi. Kota yang juga dikenal dengan predikat kota pelajar dan kota wisata ini menjadi daya tarik bagi masyarakat dari berbagai kota di Indonesia untuk menuntut ilmu, bekerja, maupun berwisata. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), peningkatan jumlah penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sekitar 40 ribu per tahun.

Berdasarkan data dari Dishub DIY, rata-rata setiap tahun ada penambahan mobil baru sekitar 4% dan sepeda motor baru sekitar 6% di Yogyakarta bagian kota, jumlah tersebut belum termasuk data dari empat kabupaten lainnya di DIY. Dalam wawancara dengan Harian Jogja pada tanggal 7 Agustus 2019, Kepala Badan Pengelola Keuangan dan Aset Daerah DIY, Bambang Wisnu Handoyo, mengatakan rata-rata ada sekitar 120.000 unit kendaraan baru yang dibeli di DIY setiap tahunnya. Namun, hal ini tidak diimbangi dengan perkembangan sarana prasana lalu lintas. Hal tersebut menimbulkan permasalahan lalu lintas.

Permasalahan lalu lintas sering terjadi karena semakin meningkatnya mobilitas penduduk. Hal ini tidak seimbang dengan perkembangan sarana prasarana lalu lintas. Salah satu masalah yang sering terjadi apabila pertumbuhan sarana transportasi lebih besar melebihi pertumbuhan prasarana jalan yaitu kemacetan yang berkepanjangan terutama jika kurangnya regulasi yang efektif.

Salah satu persimpangan di Yogyakarta yang sering mengalami permasalahan tersebut adalah simpang Pogung yang

rawan kemacetan terutama pada pagi dan sore hari saat aktivitas kendaraan tinggi. Faktor lainnya yang turut mempengaruhi kemacetan yaitu banyaknya keberadaan toko di pinggir jalan yang tidak memiliki lahan parkir sehingga mengurangi lebar ruas badan jalan yang mengakibatkan terganggunya aktivitas jalan. Terganggunya aktivitas jalan tersebut dapat terlihat dari tingginya tundaan dan antrian kendaraan, sehingga memerlukan evaluasi dan analisis ulang untuk memaksimalkan kinerja simpang tersebut. Penelitian ini dilakukan analisis kinerja simpang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) yang merupakan *draft* pemutakhiran kapasitas jalan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan pemodelan lalu lintas menggunakan *Software VISSIM* sehingga bisa didapat solusi untuk meningkatkan kinerja simpang Pogung.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Map)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja persimpangan pada kondisi eksisting simpang Pogung?
2. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas pada simpang Pogung?
3. Bagaimana perbandingan kinerja eksisting dengan usulan alternatif perbaikan

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Menganalisis kinerja simpang menggunakan PKJI 2014 dan *Software VISSIM* pada simpang Pogung.
2. Memberikan alternatif solusi untuk penyelesaian permasalahan pada simpang Pogung.
3. Menganalisis perbandingan kinerja eksisting dan kinerja alternatif, serta memilih yang terbaik dari alternatif yang diusulkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran kepada instansi terkait dalam upaya peningkatan pelayanan lalu lintas pada simpang Pogung.
2. Penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan menambah informasi bagi penulis lain di masa yang akan datang.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini bertujuan agar penelitian tepat sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan penelitian untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Simpang yang ditinjau adalah simpang Pogung.
2. Kendaraan – kendaraan yang ditinjau antara lain kendaraan berat (KB), kendaraan ringan (KR), dan sepeda motor (SM).
3. Survei lalu lintas dilakukan pada hari Sabtu tanggal 19 september 2020 dan Senin tanggal 21 september 2020, di pagi hari pukul 06.30 – 09.00 dan sore hari pukul 15.30 – 18.00.
4. Analisis dan perhitungan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014).
5. Pemodelan lalu lintas menggunakan *Software VISSIM*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Evaluasi Kinerja Simpang

Penelitian mengenai evaluasi kinerja simpang sudah pernah dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Oleh karena itu, penelitian-penelitian tersebut dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang akan dilakukan.

Tamam (2016), dalam penelitiannya, menganalisis kinerja lalu lintas pada persimpangan Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor karena dinilai sering terjadi antrian yang cukup panjang pada jam tertentu dengan melakukan survei dan pengolahan data menggunakan metode berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Hasil dari penelitian tersebut yaitu, didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) = 0,935 yang menunjukkan bahwa simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Tundaan simpang rata-rata di simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor diperoleh 64 det/smp yang berarti bahwa simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor, Kabupaten Bogor termasuk dalam Tingkat Pelayanan F, menunjukkan tingkat pelayanan terburuk pada kondisi lalu lintas puncak.

Pambudi (2017), dalam jurnalnya, menganalisis kinerja simpang bersinyal di Jalan Bantul, *ring road* Selatan Yogyakarta. Hasilnya didapatkan derajat kejenuhan pada lengan Utara sebesar 0,88, dari lengan Timur sebesar 1,06, dari lengan Selatan sebesar 1,53, lengan Barat sebesar 0,64. Panjang antrian yang terjadi pada lengan Utara sebesar 112 meter, dari lengan Timur sebesar 113 meter, dari lengan Selatan sebesar 221 meter, lengan Barat sebesar 77 meter. Nilai tundaan yang dihasilkan simpang Wirobrajan adalah 407 detik/skr, sehingga tingkat pelayanan simpang pada kondisi jam sibuk tergolong pada golongan F karena >60 detik/smp.

Setiawan (2019), pada tugas akhirnya, melakukan analisis kinerja simpang bersinyal di Jalan Raya Bogor, Jakarta Timur dengan alternatif pemecahan masalah

menggunakan metode (MKJI) 1997. Hasilnya, didapatkan nilai derajat kejenuhan 1,0143 termasuk dalam tingkatan LOS F. Solusi yang didapat yaitu merencanakan atau pengaturan ulang pada simpangnya dengan pengaturan waktu siklus dan hambatan samping meskipun tingkat pelayanan yang didapat menunjukkan harus segera ditindaklanjuti karena kondisi yang sudah *warning*.

Penelitian tugas akhir ini yang membedakan terdapat pada metode yang digunakan yaitu, metode *VISSIM*.

2.2 Kinerja Simpang Pogung

Ompusunggu (2017), dalam penelitiannya, mencari tahu kinerja simpang Pogung, Yogyakarta. Metode yang digunakan yaitu, survei yang diolah dengan (PKJI) 2014. Hasil yang didapatkan yaitu, DS pada masing – masing arah dimana 1,0445 (Utara), 1,1465 (Selatan), 0,9718 (Timur), dan 0,9196 (Barat).

Hal yang membedakan tugas akhir ini dengan penelitian di atas adalah *software VISSIM* digunakan untuk melakukan simulasi pemodelan kondisi eksisting simpang dan rekayasa lalu lintas.

2.3 Mikrosimulasi VISSIM

Tunggadewi (2018), dalam tugas akhirnya, mengevaluasi kinerja simpang sebidang dan simpang susun di simpang condongcatur. Peneliti menggunakan metode observasi langsung di lapangan, sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan MKJI (1997). Peneliti juga melakukan pengembangan model mikrosimulasi visual menggunakan *software VISSIM* untuk melakukan simulasi pemodelan kondisi eksisting simpang dan pemodelan *underpass*. Hasilnya berupa Alternatif 2 merupakan perbaikan yang disarankan dengan *underpass* dan melakukan pelebaran pada semua lengan serta menghilangkan median pada lengan Utara dan lengan Selatan. Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya nilai kapasitas sebesar 57,69% dan mengalami penurunan pada nilai tundaan sebesar 65,87%, panjang antrean 61,28% dan derajat jenuh 43,82%.

Utomo (2016), dalam penelitiannya, mengevaluasi kinerja simpang *ring road* utara Monumen Jogja Kembali dan memberi pemodelan skenario terbaik untuk peningkatan kinerja simpang bersinyal di *ring road* utara Monumen Jogja Kembali. Metode yang digunakan yaitu survei langsung di lapangan dan percobaan pemodelan lalu lintas. Pengolahan data dilakukan dengan metode MKJI dan analisis hitungan dimodelkan pada *software VISSIM 8.0*. Hasilnya didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan Utara sebesar 1,56, lengan Timur sebesar 0,77, lengan Selatan sebesar 1,06 dan lengan Barat sebesar 0,98. Panjang antrian (QL) lengan Utara sebesar 350 meter, lengan Timur 100 meter, lengan Selatan 152 meter, dan lengan Barat 100 meter, tundaan rata-rata simpang sebesar 254,50 det/smp. Pada simpang Monjali dikategorikan mempunyai tingkat pelayanan lalu lintas F (buruk sekali).

Romadhona dan Fauzi (2018), dalam penelitiannya, menganalisis dampak gang pada putaran balik terhadap kinerja ruas Jalan Raya Affandi Yogyakarta. Hasil yang didapatkan yaitu, kondisi eksisting nilai panjang antrian sebesar 67,03 meter dan tundaan 22,61 detik, kecepatan arah Utara-Selatan 23,04 km/jam dan arah Selatan-Utara sebesar 26,69 km/jam, kondisi alternatif I dengan pemindahan dan penutupan bukaan median fasilitas *u-turn* sejauh 60 meter dari gang didapatkan penurunan panjang antrian sebesar 91,84% dan tundaan sebesar 79,08%, kecepatan arah Utara-Selatan 29,84% dan arah Selatan-Utara sebesar 33,39% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting, dan kondisi alternatif II dilakukan pemindahan bukaan median untuk fasilitas *u-turn* sejauh 50 meter didapatkan penurunan panjang antrian sebesar 53,66% dan tundaan sebesar 76,64%, kecepatan arah Utara-Selatan 26,55% dan arah Selatan-Utara sebesar 32,8% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Wisnumurti (2019), pada penelitiannya, berusaha mengetahui dampak penutupan permanen pada perlintasan kereta api lempuyangan terhadap ruas jalan di sekitarnya menggunakan *software VISSIM* untuk memodelkan kondisi eksisting dan pasca penutupan perlintasan kereta api. Hasilnya, nilai derajat kejenuhan pada semua ruas jalan di simpang bawah *flyover* cenderung mengalami peningkatan yang

berarti penurunan kinerja ruas jalan, kecuali pada ruas jalan *flyover* Dr. Sutomo. Sedangkan untuk nilai kecepatan, kecenderungan peningkatan terjadi pada ruas Jl. Lempuyangan, Jl. Argolubang dan Jl. Dr. Sutomo. Namun terjadi penurunan pada ruas Jl. *Flyover* Dr. Sutomo. Selain itu, Jl. Wahidin Sudirohusodo tidak mengalami perbedaan karena tidak ada kendaraan yang melintas akibat penutupan perlintasan kereta api.



Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan

Nama	Tamam (2016)	Pambudi (2017)	Setiawan (2019)	Ompusunggu (2017)	Tunggadewi (2018)	Utomo (2016)	Wisnumurti (2019)	Romadhona dan Fauzi (2018)
Judul Penelitian	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor).	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Bantul, <i>Ring Road</i> Selatan, Yogyakarta.	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan Raya Bogor – Jalan Jati, Jakarta Timur Dengan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.	Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal di Simpang Jl Monjali - Jl Jembatan Baru UGM – Jl Jati Mataram – Jl Monjali, Yogyakarta.	Evaluasi Kinerja Simpang Sebidang dan Simpang Susun Dengan Metode <i>VISSIM</i> di Simpang Condongcatur, Yogyakarta.	Pemodelan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan di Simpang Bersinyal <i>Ring Road</i> Utara, Monumen Jogja Kembali.	Dampak Penutupan Permanen Pada Perlintasan Kereta Api Lempuyangan Terhadap Ruas Jalan Di Sekitarnya.	Analisis Dampak Gang Pada Putaran Balik Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Affandi Yogyakarta.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan

Nama	Tamam (2016)	Pambudi (2017)	Setiawan (2019)	Ompusunggu (2017)	Tunggadewi (2018)	Utomo (2016)	Wisnumurti (2019)	Romadhona dan Fauzi (2018)
Metode Penelitian	Pengumpulan data dengan metode observasi langsung di lapangan sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan MKJI (1997).	Pengumpulan data dengan metode observasi langsung di lapangan sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan PKJI (2014).	Pengumpulan data adalah data primer dan data sekunder. Data primer yaitu pengamatan langsung di lapangan, data sekunder yaitu ukuran jalan dan jumlah penduduk sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan MKJI (1997).	Pengumpulan data dengan metode observasi langsung di lapangan sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan PKJI (2014).	Pengumpulan data dengan metode observasi langsung di lapangan sedangkan pengolahan dan analisis data berdasarkan MKJI (1997) serta melakukan pengembangan model mikrosimulasi visual.	Pengumpulan data dilakukan dengan survei langsung di lapangan sedangkan analisis data dilakukan dengan perhitungan MKJI (1997).	Pengumpulan data dengan metode survei langsung lapangan sedangkan analisis data berdasarkan MKJI (1997) serta menggunakan <i>software VISSIM</i> untuk memodelkan kondisi eksisting dan pasca penutupan perlintasan kereta api.	Pengambilan data dengan survei langsung di lapangan sedangkan perhitungan data menggunakan standar dari Bina Marga 2005.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan

Nama	Tamam (2016)	Pambudi (2017)	Setiawan (2019)	Ompusunggu (2017)	Tunggadewi (2018)	Utomo (2016)	Wisnumurti (2019)	Romadhona dan Fauzi (2018)
Hasil	<p>Nilai Derajat Kejenuhan (DS) = 0,935 ini menunjukkan bahwa simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor, mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Tundaan</p>	<p>Derajat kejenuhan pada lengan Utara sebesar 0,88, dari lengan Timur sebesar 1,06, dari lengan Selatan sebesar 1,53, lengan Barat sebesar 0,64. Panjang antrian yang terjadi pada lengan Utara sebesar 112</p>	<p>Nilai derajat kejenuhan 1,0143 termasuk dalam tingkatan LOS F. Solusi yang didapat yaitu merencanakan atau pengaturan ulang pada simpangnya dengan pengaturan waktu siklus dan hambatan</p>	<p>DS pada masing – masing arah dimana 1,0445 (Utara), 1,1465 (Selatan), 0,9718 (Timur), dan 0,9196 (Barat).</p>	<p>Perbaikan yang disarankan adalah Alternatif 2 karena mengalami peningkatan kinerja simpang yang signifikan ditunjukkan dengan bertambahnya nilai kapasitas sebesar 57,69% dan mengalami penurunan pada nilai tundaan</p>	<p>Jam puncak pada 07.00 – 08.00 WIB, nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan Utara sebesar 1,56, lengan Timur sebesar 0,77, lengan Selatan sebesar 1,06 dan lengan Barat sebesar 0,98. Panjang antrian (QL) lengan Utara sebesar 350</p>	<p>Nilai derajat kejenuhan pada semua ruas jalan di simpang bawah flyover cenderung mengalami peningkatan yang berarti penurunan kinerja ruas jalan kecuali pada ruas jalan <i>flyover</i> Dr. Sutomo. Sedangkan</p>	<p>Kondisi eksisting nilai panjang antrian sebesar 67,03 meter dan tundaan 22,61 detik, kecepatan arah Utara-Selatan 23,04 km/jam dan arah Selatan-Utara sebesar 26,69 km/jam, kondisi alternatif I dengan</p>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan

Nama	Tamam (2016)	Pambudi (2017)	Setiawan (2019)	Ompusunggu (2017)	Tunggadewi (2018)	Utomo (2016)	Wisnumurti (2019)	Romadhona dan Fauzi (2018)
Hasil	simpang rata-rata di simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor diperoleh 64 det/smp yang berarti bahwa simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor, Kabupaten Bogor termasuk dalam Tingkat Pelayanan F, menunjukkan tingkat pelayanan terburuk pada kondisi lalu lintas puncak.	meter, dari lengan Timur sebesar 113 meter, dari lengan Selatan sebesar 221 meter, lengan Barat sebesar 77 meter. Nilai tundaan yang dihasilkan simpang Wirobrajan adalah 407 detik/skr, sehingga tingkat pelayanan simpang pada kondisi jam sibuk tergolong pada golongan F karena >60 detik/smp.	samping meskipun tingkat pelayanan yang didapat menunjukkan harus segera ditindaklanjuti karena kondisi yang sudah <i>warning</i> .		sebesar 65,87%, panjang antrean 61,28% dan derajat jenuh 43,82%.	meter, lengan Timur 100 meter, lengan Selatan 152 meter, dan lengan Barat 100 meter, tundaan rata-rata simpang sebesar 254,50 det/smp. Pada simpang Monjali dikategorikan mempunyai tingkat pelayanan lalu lintas F (buruk sekali).	untuk nilai kecepatan, kecenderungan peningkatan terjadi pada ruas Jl. Lempuyangan, Jl. Argolubang dan Jl. Dr. Sutomo. Namun terjadi penurunan pada ruas Jl. <i>Flyover</i> Dr. Sutomo. Selain itu, Jl. Wahidin Sudirohusodo tidak mengalami perbedaan karena tidak ada kendaraan yang melintas akibat penutupan perlintasan kereta api.	pemindahan dan penutupan bukaan median fasilitas <i>u-turn</i> sejauh 60 meter dari gang didapatkan penurunan panjang antrian sebesar 91,84% dan tundaan sebesar 79,08%, kecepatan arah Utara-Selatan 29,84% dan arah Selatan-Utara sebesar 33,39% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting, dan kondisi alternatif II dilakukan pemindahan bukaan median untuk fasilitas <i>u-turn</i> sejauh

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan dan yang Dilakukan

Nama	Tamam (2016)	Pambudi (2017)	Setiawan (2019)	Ompusunggu (2017)	Tunggadewi (2018)	Utomo (2016)	Wisnumurti (2019)	Romadhona dan Fauzi (2018)
Hasil								50 meter didapatkan penurunan panjang antrian sebesar 53,66% Utara-Selatan 26,55% dan tundaan sebesar 76,64%, kecepatan arah arah Selatan-Utara sebesar 32,8% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Persimpangan dengan Sinyal

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

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

3.2 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Menurut PKJI (2014), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend./jam (Q_{kend}) atau skr/jam (Q_{skr}) atau LHRT.

Data arus lalu lintas dibagi dalam tipe kendaraan, yaitu kendaraan tak bermotor (KTB), sepeda motor (SM), kendaraan ringan (KR), dan kendaraan berat (KB). Arus lalu lintas tiap pendekatan dibagi dalam tipe pergerakan, yaitu belok kiri (B_{ki}), lurus (LRS), dan belok kanan (B_{ka}).

Arus lalu lintas (L) dapat dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan kendaraan ringan (skr) dengan mengalikan besar arus jenis kendaraan tersebut dengan nilai ekuivalen kendaraan ringan (ekr).

Tabel 3.1 Ekvivalen Kendaraan Ringan (ekr)

Jenis kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (<i>KR</i>)	1,00	1,00
Kendaraan Berat (<i>KB</i>)	1,30	1,30
Sepeda Motor (<i>SM</i>)	0,15	0,40

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

Untuk rasio arus kendaraan belok kiri (R_{Bki}) dan rasio belok kanan (R_{Bka}) masing-masing pendekat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$R_{Bki} = \frac{Q_{Bki}}{Q_{total}} \quad (3.1)$$

$$R_{Bka} = \frac{Q_{Bki}}{Q_{total}} \quad (3.2)$$

Nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam skr. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi skr dengan menggunakan nilai ekr yang diturunkan secara empiris untuk jenis-jenis kendaraan berikut.

1. Kendaraan Ringan (*KR*), meliputi mobil penumpang, minibus, truk pik-up dan jeep
2. Kendaraan Berat menengah (*KB*), meliputi truk dua gandar dan bus kecil
3. Sepeda Motor (*SM*), meliputi kendaraan beroda dua atau tiga
4. Kendaraan Tak Bermotor (*KTB*), meliputi sepeda, becak, dan kereta kuda.

3.3 Penggunaan Sinyal

3.3.1 Menghitung *Clearance Time*

Besarnya waktu *clearance time* dihasilkan dalam waktu merah semua yang dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$M_{\text{semua}} = \text{Max} \left[\frac{L_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{DKT}}{V_{DKT}} \right] \quad (3.3)$$

dengan:

L_{KBR}, L_{DKT}, L_{PK} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang datang (m),
 P_{KBR} = Panjang kendaraan yang berangkat (m), dan
 V_{KBR}, V_{DKT} = Kecepatan untuk masing-masing kendaraan berangkat, kendaraan datang (m/det).

Nilai-nilai V_{KBR}, V_{DKT} , dan P_{KBR} tergantung dari kondisi lokasi setempat. Nilai-nilai berikut ini digunakan sebagai berikut.

V_{DKT} = 10 m/det (kendaraan bermotor)

V_{KBR} = 10 m/det (kendaraan bermotor)

3 m/det (kendaraan tak bermotor)

1,2 m/det (pejalan kaki)

P_{KBR} = 5 m (KR atau KB)

2 m (SM atau KTB)

3.3.2 Menentukan Besarnya Waktu Hilang

Apabila periode M_{semua} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hijau hilang total (H_H) simpang untuk setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau.

Besarnya waktu hilang dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014 sebagaimana dapat dilihat dari Persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$H_H = \sum_I (M_{\text{semua}} + K)_i \quad (3.4)$$

Durasi waktu kuning pada APILL perkotaan di Indonesia biasanya 3,0 detik

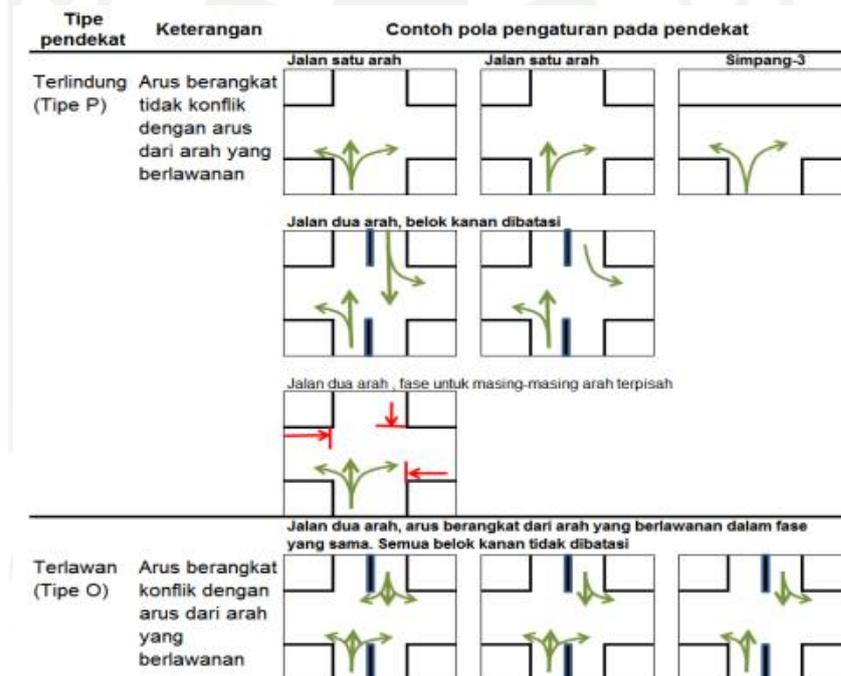
3.4 Menentukan Waktu Sinyal

3.4.1 Tipe Pendekat

Menurut PKJI (2014), tipe pendekat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

1. Tipe terlindung (P)
2. Tipe terlawan (O)

Untuk menentukan tipe pendekat terlindung atau terlawan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Penentuan Tipe Pendekat

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

3.4.2 Lebar Pendekat Efektif L_E

Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas dapat ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Jika $L_{BKijT} \geq 2m$

Arus kendaraan B_{KijT} dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan selama isyarat merah. L_E dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.5, 3.6 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L_E &= \text{Min} (L - L_{BKijT}) \\ &= \text{Min } L_{\text{masuk}} \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$\text{Jika } L_K < L_{MX} (1 - R_{BKA}), \text{ maka } L_E = L_K \quad (3.6)$$

Selanjutnya arus lurus lalu lintas yang lurus saja yaitu Q_{LRS} .

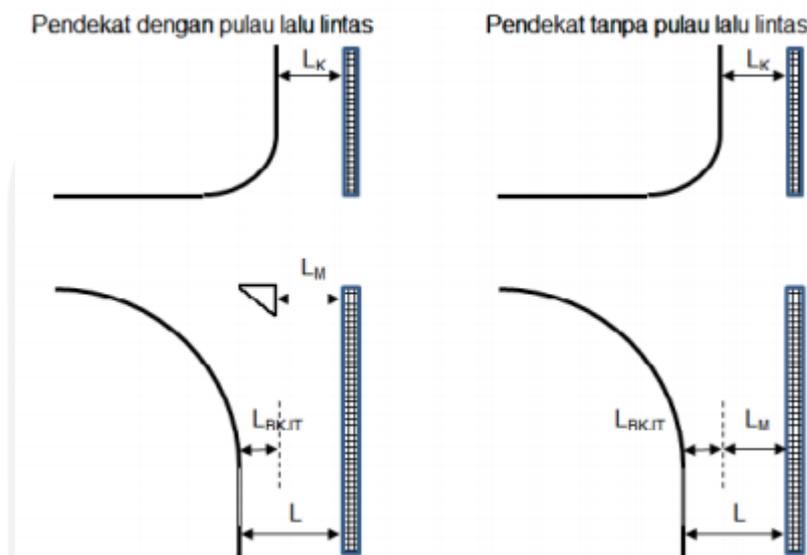
2. Jika $L_{BKijT} < 2m$

Kendaraan B_{KijT} dianggap tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya selama isyarat merah. L_E dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L_E &= \text{Min} . L \\ &= \text{Min} . (L_{\text{Masuk}} + L_{BKijT}) \\ &= \text{Min} . ((L \times (1 + R_{BKijT})) - L_{BKijT}) \end{aligned}$$

$$\text{Jika } L_K < L_{MX} (1 - R_{BKa} - R_{BKijT}), \text{ maka } L_E = L_K \quad (3.7)$$

Sebagai pedoman untuk menentukan nilai $L_M = L - L_{BKJT}$ dengan dan tanpa pulau lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lebar Pendekat dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

3.4.3 Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh (S , skr/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. S_0 adalah S pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor-faktor penyesuaian untuk S_0 adalah satu.

1. Untuk pendekat arus terlindung S_0

Arus jenuh dasar dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.8 sebagai berikut.

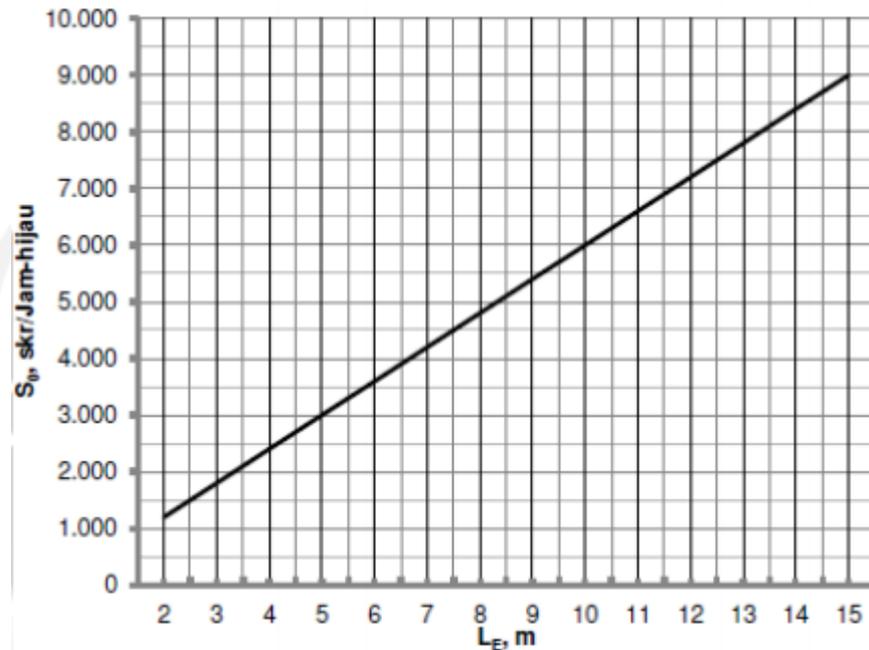
$$S_0 = 600 \times L_E \quad (3.8)$$

dengan:

S_0 = Arus jenuh dasar (skr/jam hijau), dan

L_E = Lebar efektif pendekat (m).

Atau dapat ditentukan dengan menggunakan diagram yang ditunjukkan dalam Gambar 3.3.

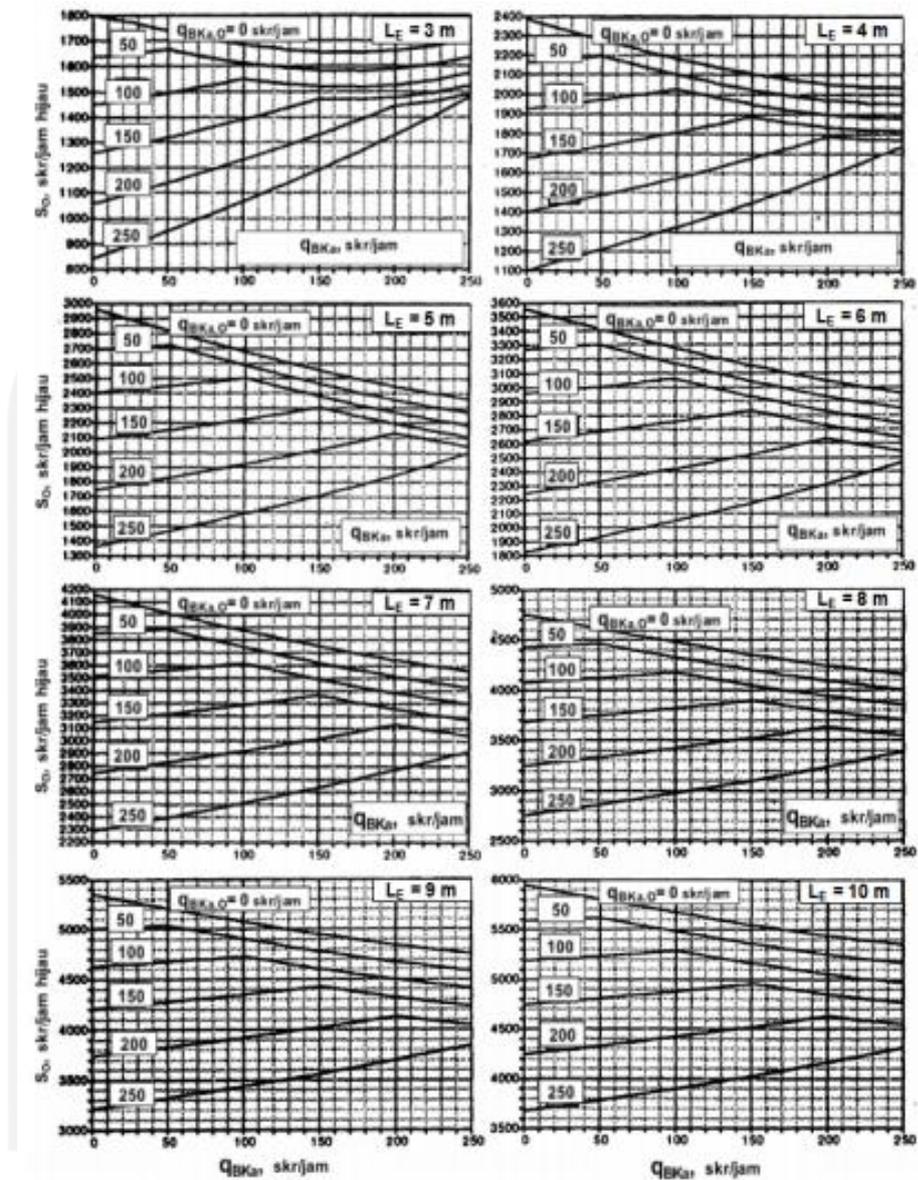


Gambar 3.3 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (Tipe P)

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

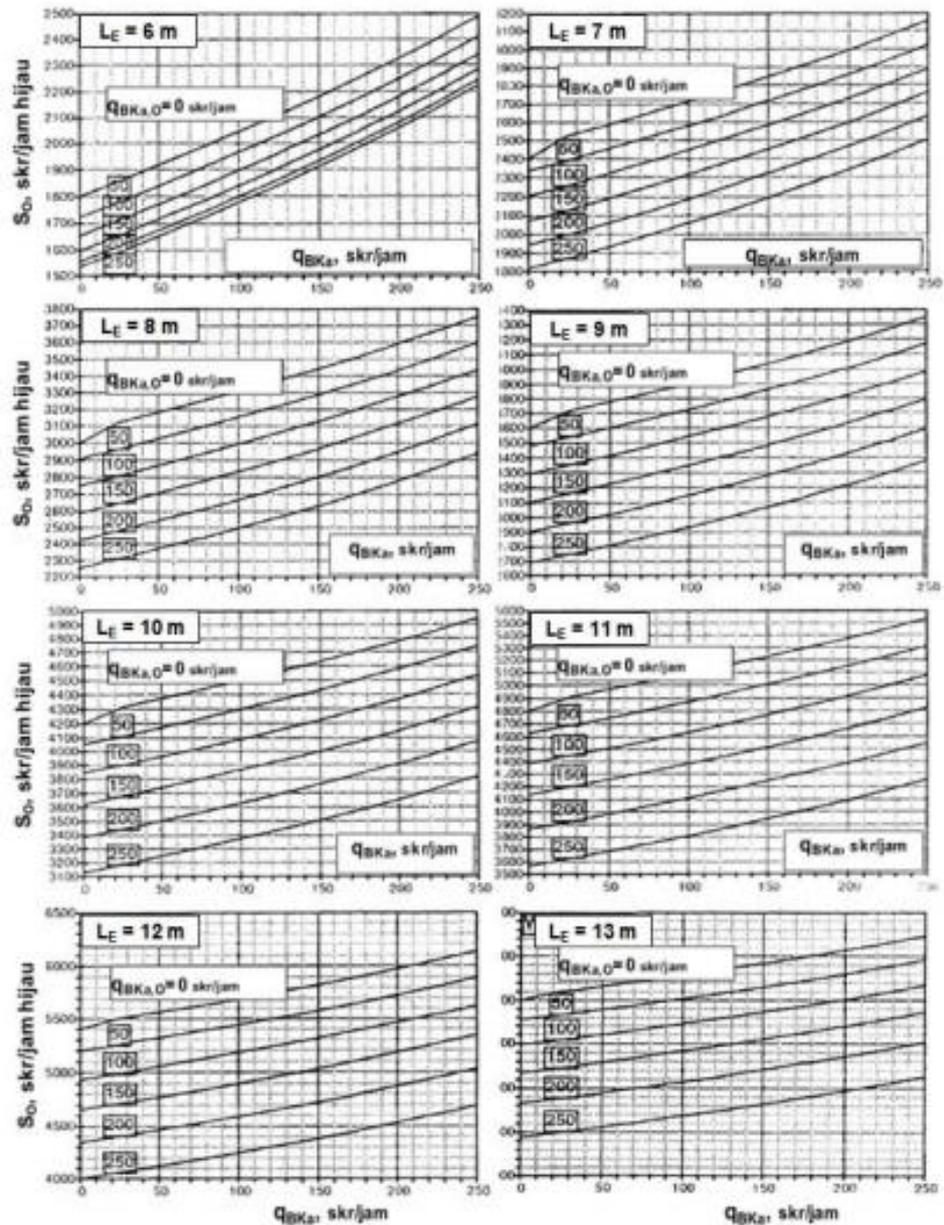
2. Untuk pendekat tak terlindung (tipe O)

Arus jenuh dasar (S_0) ditentukan berdasarkan Gambar 3.4 (pendekat tak terlindung tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah) dan Gambar 3.5 (pendekat tak terlindung tipe O yang dilengkapi lajur belok kanan terpisah).



**Gambar 3.4 Arus Jenuh untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O)
Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah**

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)



Gambar 3.5 Arus Jenuh untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

3.5 Faktor Penyesuaian

Penentuan faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar dipakai untuk kedua tipe pendekat S_0 dan O , yaitu sebagai berikut.

1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

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

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

Klasifikasi kelas ukuran kota menurut Pedoman Kapasitas Jalan Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dapat dilihat dalam Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Ukuran Kota

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

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung (F_{HS})

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Sampung dan Kendaraan Tak Bermotor

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

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

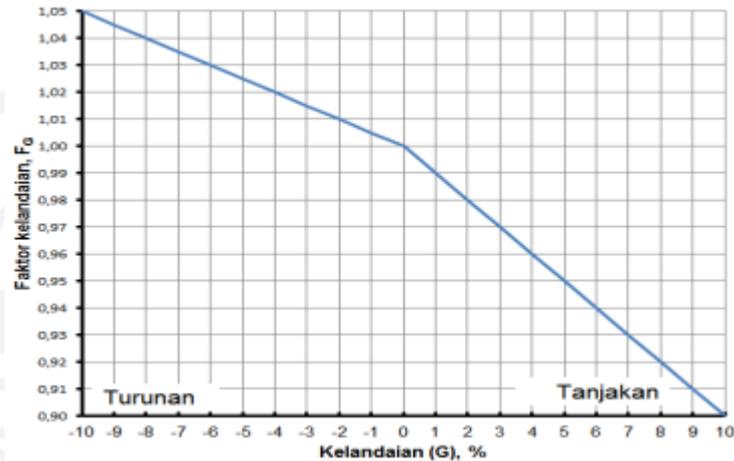
Tabel 3.5 Kelas Hambatan untuk Jalan Perkotaan

Kelas Hambatan Samping	Nilai Frekuensi Kejadian (di kedua sisi) Dikali Bobot	Ciri-Ciri Khusus
Sangat rendah, SR	<100	Daerah Permukiman, tersedia jalan lingkungan (<i>frontage road</i>)
Rendah, R	100 – 299	Daerah Permukiman, ada beberapa angkutan umum (angkot)
Sedang, S	300 – 499	Daerah Industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan
Tinggi, T	500 – 899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat tinggi, ST	>900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

3. Faktor Kelandaian (F_G)

Penentuan faktor kelandaian (F_G) dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (F_G)

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

4. Faktor Koreksi Parkir (F_P)

Besarnya faktor koreksi parkir (F_P) dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$F_P = \frac{\frac{L_P + (L-2)\left(\frac{L_P}{3} - g\right)}{3}}{H} \quad (3.9)$$

dengan:

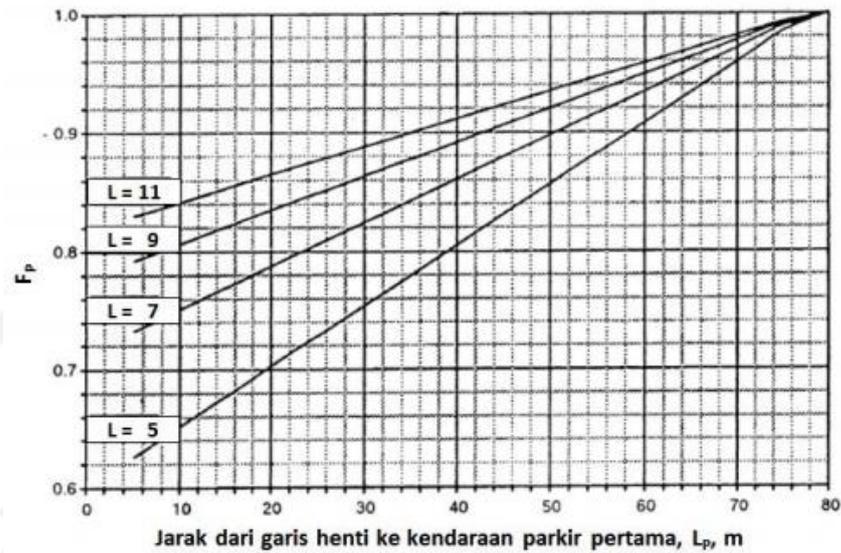
L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama pada lajur belok kiri atau panjang dari lajur belok kiri yang pendek (m),

L = Lebar pendekat (m), dan

H = Waktu hijau pada pendekat yang ditinjau (nilai normalnya 26 detik).

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014)

Besarnya faktor penyesuaian parkir (F_P) juga dapat ditentukan dari Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir (F_p)

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{BKa})

Penentuan faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}) sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan R_{BKa} . Faktor penyesuaian belok kanan hanya dihitung pada pendekatan P (arus terlindung). Faktor penyesuaian belok kanan dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.10 sebagai berikut.

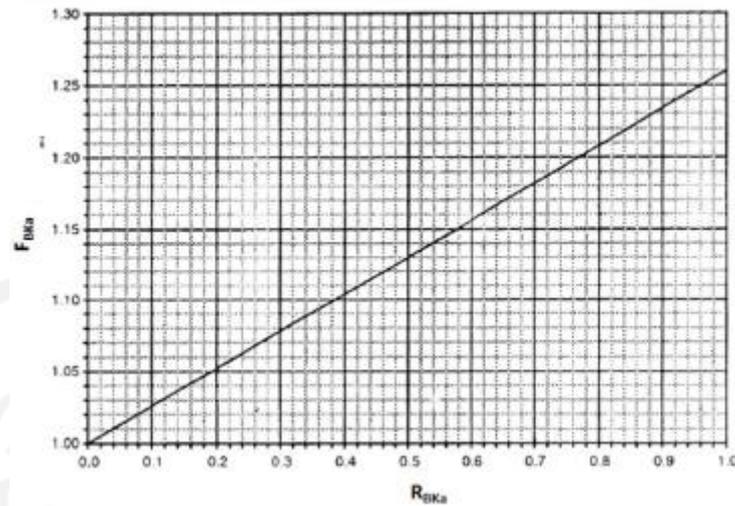
$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (3.10)$$

dengan:

F_{BKa} = Faktor penyesuaian belok kanan, dan

R_{BKa} = Persentase belok kanan.

Besarnya faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}) juga dapat ditentukan dari Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Faktor Penyesuaian untuk Belok Kanan (F_{BKk}) pada Pendekat Tipe P dengan Jalan Dua Arah, dan Lebar Efektif Ditentukan oleh Lebar Masuk

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{BKk})

Penentuan faktor penyesuaian belok kiri (F_{BKk}) sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan R_{BKk} . Faktor penyesuaian belok kiri dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.11 sebagai berikut.

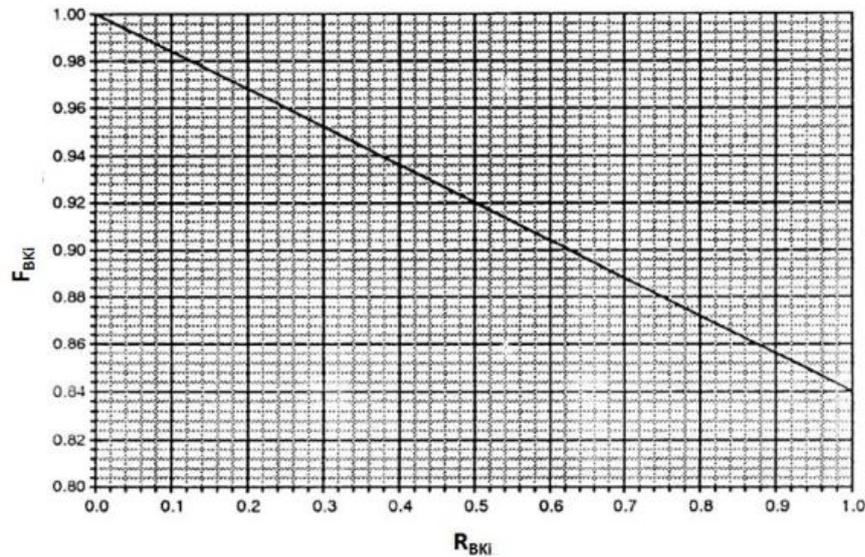
$$F_{BKk} = 1,0 - R_{BKk} \times 0,16 \quad (3.11)$$

dengan:

F_{BKk} = Faktor penyesuaian belok kiri, dan

R_{BKk} = Persentase belok kiri.

Besarnya faktor penyesuaian belok kiri (F_{BKk}) juga dapat ditentukan dari Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (F_{BK_i}) untuk Pendekat Tipe P, Tanpa B_{KijT} , dan L_e Ditentukan Oleh L_M

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

3.6 Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan

Setelah faktor penyesuaian diperoleh, selanjutnya menghitung nilai arus jenuh. Nilai arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.12 sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (3.12)$$

dengan:

F_{UK} = Faktor penyesuaian S_0 terkait ukuran kota,

F_{HS} = Faktor penyesuaian S_0 akibat HS lingkungan jalan,

F_G = Faktor penyesuaian S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat,

F_P = Faktor penyesuaian S_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama,

F_{BK_a} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan, dan

F_{BK_i} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri.

3.6.1 Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh adalah perbandingan antara arus ($flow = Q$) dan arus jenuh ($saturation = S$). Besarnya arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$R_{Q/S} = Q/S \quad (3.13)$$

dengan:

$R_{Q/S}$ = Rasio arus jenuh,

Q = Jumlah arus lalu lintas (skr/jam),

S = Arus jenuh yang disesuaikan (skr/jam hijau).

3.6.2 Waktu Siklus dan Waktu Hijau (C_{bp})

1. Waktu siklus dan waktu hijau dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.14 sebagai berikut.

$$C_{bp} = (1,5 \times H_H + 5) / (1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}) \quad (3.14)$$

dengan:

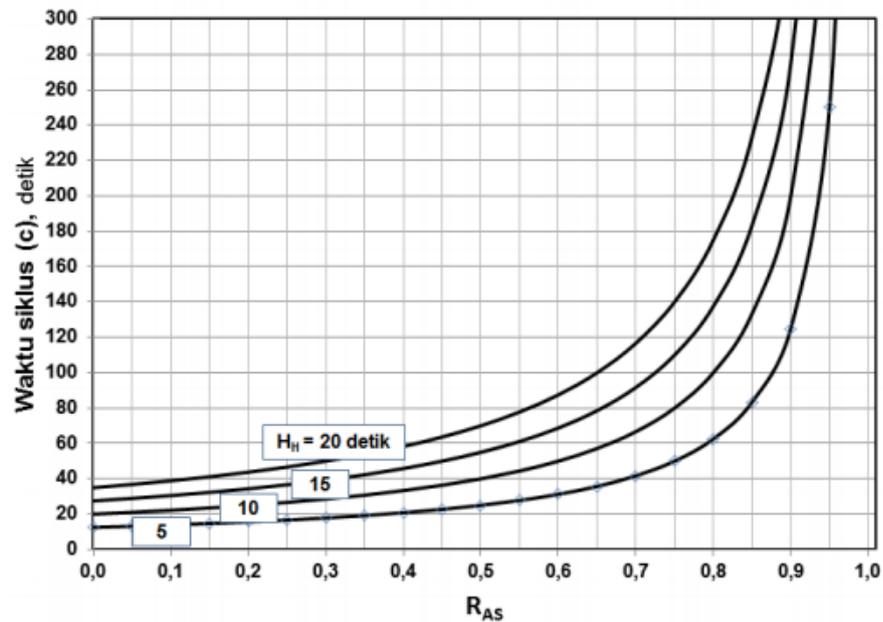
C_{bp} = Waktu siklus (detik),

H_H = Jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik),

$R_{Q/S}$ = Rasio arus jenuh, dan

$\sum R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang.

Besarnya waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{bp}) juga dapat ditentukan dari Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{bp})

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

Untuk memperoleh waktu siklus yang optimal, harus memperhatikan batasan-batasan yang dianjurkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Waktu Siklus yang Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (detik)
Pengaturan dua fase	40 – 80
Pengaturan tiga fase	50 – 100
Pengaturan empat fase	80 – 130

Sumber: Ditjen Bina Marga (2014)

Nilai-nilai yang rendah dalam tabel 3.6 dipakai untuk simpang dengan lebar jalus pendekat <10 m dan nilai yang tinggi dipakai untuk pendekat yang lebih lebar. Waktu siklus yang lebih rendah dari nilai di atas, cenderung menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu

siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari, kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar) karena hal ini sering menyebabkan menurunnya kapasitas keseluruhan simpang.

Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi dari batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari geometrik simpang tersebut tidak mencukupi.

2. Waktu hijau

Waktu hijau adalah waktu nyala sinyal hijau dalam satu pendekat. Waktu hijau dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.15 sebagai berikut.

$$H_i = (c - H_H) \times R_{Q/S \text{ kritis}} / \sum_i (R_{Q/S \text{ kritis}})_i \quad (3.15)$$

dengan:

H_i = Waktu hijau pada fase i (detik), dan

i = Indeks untuk fase ke i .

3.6.3 Kapasitas

Menurut Munawar (2004), kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum (skr/jam) yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu (sebagai contoh: geometrik, lingkungan, lalu lintas, dan lain-lain). Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung volume lalu lintas per satuan waktu. Besarnya nilai kapasitas dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.16 sebagai berikut.

$$C = S \times H/c \quad (3.16)$$

dengan:

C = Kapasitas simpang APIIL (skr/jam),

S = Arus Jenuh (skr/jam),

H = Total waktu hijau dalam satu siklus (detik), dan

c = Waktu siklus (detik)

3.6.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (D_J) didefinisikan sebagai rasio antara arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas jalan (C). Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah jalan tersebut mengalami masalah dengan kapasitas jalan atau tidak. Perhitungan derajat kejenuhan dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.17 sebagai berikut.

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (3.17)$$

dengan:

D_J = Derajat kejenuhan,

Q = Arus lalu lintas (skr/jam), dan

C = Kapasitas (skr/jam).

Menurut PKJI, Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya.

3.7 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat lampu hijau (N_Q) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{Q1}) ditambah jumlah kendaraan (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (N_{Q2}). Panjang antrian dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.18, 3.19, 3.20 sebagai berikut.

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \quad (3.18)$$

Jika $D_J > 0,5$; maka

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (D_J - 1)^2 + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{c}} \right\} \quad (3.19)$$

Jika $D_J \leq 0,5$; maka $N_{Q1} = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{Q}{3600} \quad (3.20)$$

dengan:

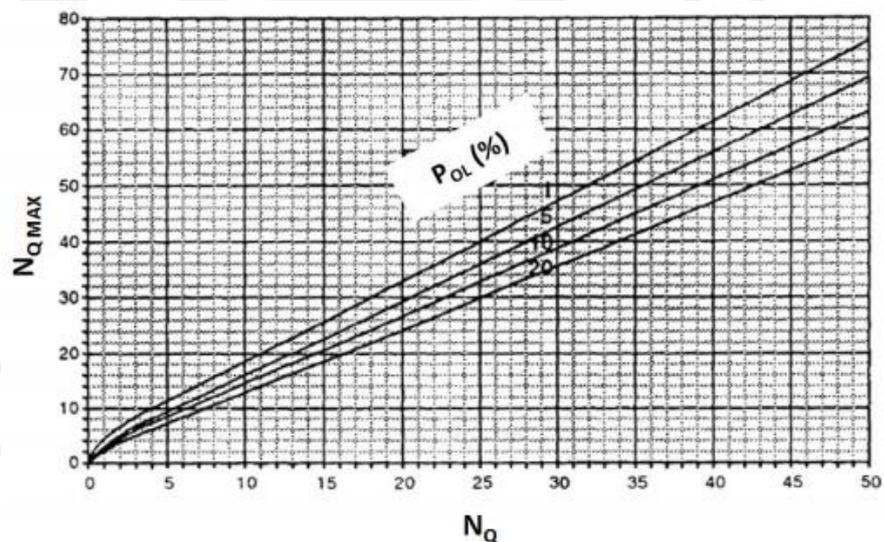
N_{Q2} = Jumlah skr yang datang selama fase merah,

RH = Rasio hijau,

c = Waktu siklus (detik), dan

Q = Arus lalu lintas pada pendekat tersebut (skr/jam).

Untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diijinkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dan NQmax. Untuk perancang dan perencanaan disarankan $POL \leq 5 \%$, untuk operasi suatu nilai $POL = 5 - 10 \%$ mungkin dapat diterima. Dapat dicari dengan menggunakan Gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11 Jumlah Antrian Maksimum (N_{QMAX}), skr, Sesuai dengan Peluang untuk Beban Lebih (POL) dan N_Q

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2014)

Panjang antrian yang diperoleh dari perkalian N_Q dengan luas rata-rata yang dipergunakan oleh satu kendaraan ringan (ekr) yaitu $20m^2$, dibagi lebar masuk (m).

Panjang antrian dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.21 sebagai berikut.

$$PA = N_Q \times \frac{20}{LM} \quad (3.21)$$

3.8 Kendaraan Terhenti (R_{KH})

Kendaraan terhenti (R_{KH}) adalah rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut. Jumlah angka kendaraan terhenti dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.22 sebagai berikut.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \quad (3.22)$$

dengan:

- N_Q = Jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal lampu hijau,
- c = Waktu siklus (detik), dan
- Q = Arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (skr/jam).

3.9 Tundaan

Tundaan adalah waktu tambahan pengemudi untuk melewati suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Tundaan terdiri dari:

1. Tundaan Geometrik (T_G)

Tundaan geometrik adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disamping dan/atau yang terhenti oleh lampu merah. Besarnya tundaan geometrik pada masing-masing pendekat dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.23 sebagai berikut.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3.23)$$

dengan:

T_G = Tundaan geometrik,

P_B = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat, dan

R_{KH} = Kendaraan terhenti.

2. Tundaan Lalu Lintas (T_L)

Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang berlawanan. Tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.24 sebagai berikut.

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad (3.24)$$

dengan:

T_L = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/skr),

C = Kapasitas,

RH = Rasio hijau,

D_J = Derajat kejenuhan, dan

$NQ1$ = Jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan total pendekat dapat dihitung dengan persamaan PKJI 2014, dapat dilihat dari Persamaan 3.25, 3.26 sebagai berikut.

$$T = T_L + T_G \quad (3.25)$$

$$T_{Gtotal} = T \times Q \quad (3.26)$$

3.10 Program Komputer VISSIM

PTV Vissim adalah perangkat lunak simulasi aliran lalu lintas mikroskopis multi-modal yang dikembangkan oleh *PTV Planung Transport Verkehr AG* di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari "*Verkehr In Städten - SIMulationsmodel*" (bahasa Jerman untuk "Lalu lintas di kota - model simulasi"). Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan dalam tiga dimensi.

VISSIM adalah perangkat lunak untuk mensimulasikan aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, *heavy rail*, *tram*, *Light Rail Transit (LRT)*, sepeda motor, sepeda hingga pejalan kaki. Pengguna *software* ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometric ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi. *VISSIM* digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum, seperti skema perlambatan lalulintas, studi tentang *Light Rail Transit (LRT)* / *Bus Rapid Transit (BRT)*.

Salah satu fungsi dari *VISSIM* adalah untuk mensimulasikan pemodelan simpang sesuai dengan keadaan lapangan yang dilanjutkan dengan kalibrasi dan validasi data. Kalibrasi adalah proses saat model simulasi disesuaikan kembali sehingga model simulasi dapat mewakili atau mendekati kondisi di lapangan. Validasi dilakukan guna mendapatkan perbandingan parameter yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan perubahan pada menu *Driving Behavior* sesuai di lapangan. Menurut metode Chi-squared Geoffrey E. Havers (GEH), validasi tidak memenuhi persyaratan apabila didapat perbandingan data di lapangan dan di simulasi melebihi 5%. Perhitungan GEH dapat dilihat dari Persamaan 3.25 berikut.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulated} - q \text{ observed})^2}{0,5 \times (q \text{ simulated} + q \text{ observed})}} \quad (3.25)$$

dengan:

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

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Survei lalu lintas dilakukan di simpang Pogung, Yogyakarta dengan batasan lengan Utara sejauh 40 meter, lengan Timur 40 meter, lengan Selatan 40 meter, dan lengan Barat 40 meter.

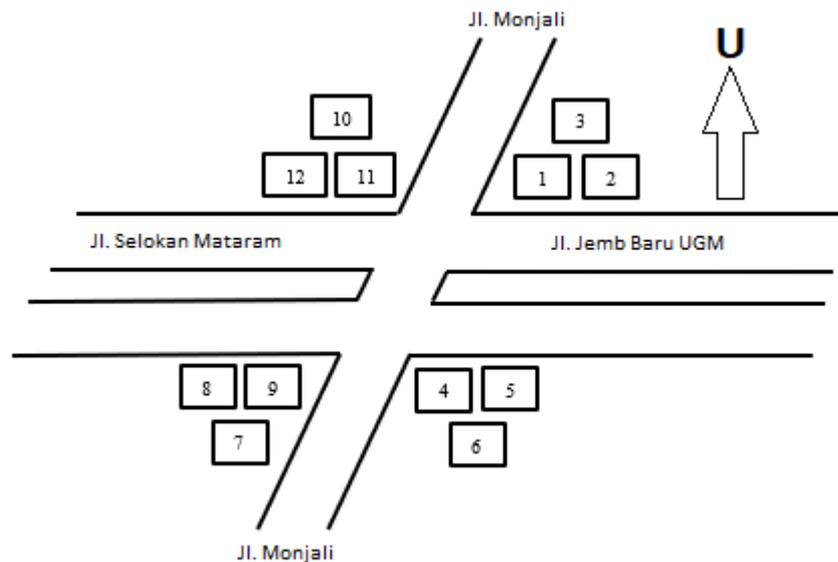
Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu data primer dan data sekunder. Data penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
a Volume Lalu Lintas pada jam sibuk	a Peta Lokasi Survei, simpang
b Panjang Antrean pada jam sibuk	Pogung, Yogyakarta
c Jenis Kendaraan (<i>KR, KB, SM</i>)	
d Data Geometri (lebar jalan, sinyal lalu lintas)	

4.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibedakan menjadi dua. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survei lapangan, sedangkan pengumpulan data sekunder diperoleh dengan *google maps*. Lihat Gambar 4.1 Lokasi Penempatan *Surveyor*.



Gambar 4.1 Lokasi Penempatan *Surveyor*

Keterangan:

KR= Kendaraan ringan

KB= Kendaraan berat

SM= Sepeda motor

1 = KR, KB (Barat dan Selatan)

2 = SM (Barat dan Selatan)

3 = KR, KB, SM (Utara)

4 = KR, KB (Utara dan Barat)

5 = SM (Utara dan Barat)

6 = KR, KB, SM (Timur)

7 = KR, KB, SM (Selatan)

8 = KR, KB (Timur dan Utara)

9 = SM (Timur dan Utara)

10 = KR, KB (Selatan dan Timur)

11 = SM (Selatan dan Timur)

12 = KR, KB, SM (Barat)

Survei data lokasi harus mempertimbangkan kondisi-kondisi berikut.

1. Pembagian jalur harus jelas agar memudahkan pengamat untuk menentukan apakah kendaraan telah masuk atau keluar persimpangan,
2. Pembagian titik referensi. Biasanya kendaraan berhenti di titik ini, ketika kendaraan melewati titik ini, berarti kendaraan tersebut telah memasuki persimpangan, dan
3. Tempat observasi yang terbuka dan dekat dengan persimpangan sehingga pengamat dapat melihat dengan jelas titik referensi yang telah ditentukan.

4.2.1 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam survei ini sebagai berikut.

1. Formulir pencatatan data lalu lintas,
2. *Stopwatch*,
3. Alat tulis,
4. Alat pengukur atau meteran,
5. Alat penghitung manual, dan
6. *Handy talkie*.

4.2.2 Waktu Pelaksanaan Survei Lapangan

Dalam penelitian ini, perlu penjelasan kepada pencatat akan tugasnya, yaitu mencatat kendaraan yang melewati simpang untuk masing - masing arah pergerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan) menurut kelompok kendaraan: kendaraan ringan (KR), kendaraan berat (KB), dan sepeda motor (SM), dimana pencatatan ini dilakukan setiap satu siklus. Selanjutnya, pencatat ditempatkan pada lokasi untuk pengambilan data. Sebelum mulai, masing - masing pencatat diberikan formulir pencatatan lalu lintas, alat tulis, dan alat penghitung manual. Survei dilakukan selama dua hari, yaitu pada hari Sabtu tanggal 19 September 2020 dan Senin tanggal 21 September 2020. Survei dilakukan pada:

1. Pagi hari antara pukul 06.30 WIB – 09.00 WIB dianggap sebagai waktu awal melakukan aktifitas
2. Sore hari antara pukul 15.30 WIB – 18.00 WIB dianggap sebagai waktu pulang beraktifitas.

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

4.2.3 Teknik Pengambilan Data

1. Survei Geometri Ruas Jalan

Data geometri jalan yang disurvei meliputi lebar jalan, jumlah lajur dan jalur jalan, ukuran trotoar dan median jalan.

2. Survei Volume Lalu Lintas

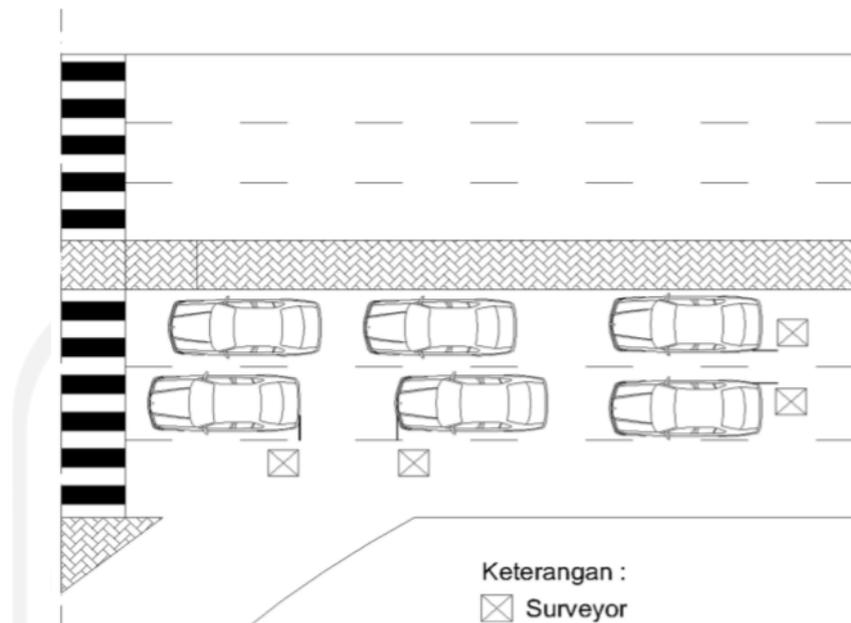
Survei ini bertujuan untuk mencatat volume kendaraan melalui titik pengamatan yang telah ditetapkan pada ruas jalan untuk mendapatkan besarnya arus lalu lintas. Pelaksanaan survei ini dilakukan terhadap semua jenis kendaraan yang melewati titik pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya dengan interval waktu 15 menit.

3. Survei Kecepatan Kendaraan

Metode pelaksanaan survei ini yaitu *surveyor* ditempatkan pada suatu titik di suatu ruas jalan untuk mengamati kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut. Survei ini dilakukan pada 200 m sebelah Utara simpang Jalan Monjali. Pada survei ini menggunakan cara manual dengan *stopwatch* dan menggunakan rumus baku menghitung kecepatan yaitu jarak dibagi waktu. Survei kecepatan menggunakan metode tersebut karena menghasilkan data yang lebih valid dibandingkan dengan menggunakan alat *speed radar gun*. Pengambilan data kecepatan dilakukan pada jarak 200 meter dari simpang, dilakukan dengan melihat kendaraan saat akan melintasi garis *start* dan *finish* yang berjarak 20 meter.

4. Survei Perilaku Berkendara (Driving Behavior)

Survei perilaku berkendara dilakukan dengan 2 tipe yaitu mengukur jarak kendaraan depan-belakang dan samping dengan keadaan kendaraan yang berhenti maupun kendaraan yang sedang melintas di jalan. Posisi pengamatan perilaku berkendara dapat dilihat pada gambar 4.2, dan 4.3.

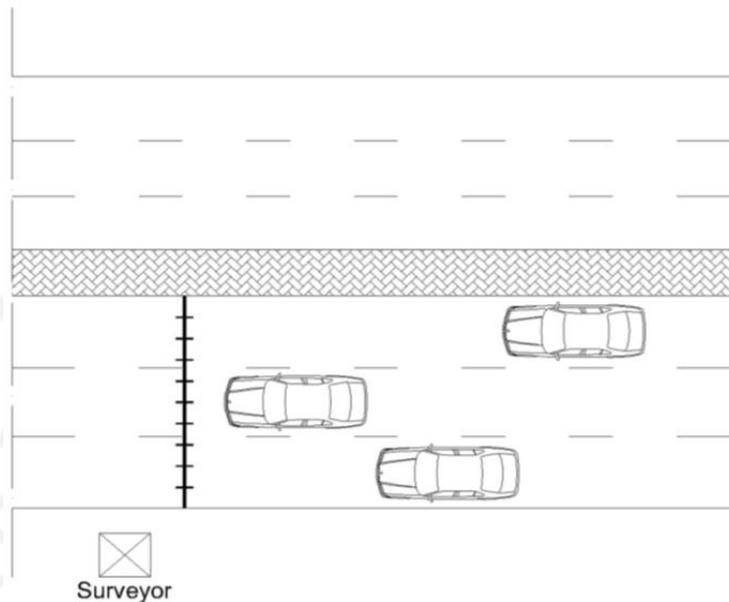


Gambar 4.2 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (pada Saat Berhenti)

(Sumber: Saputra, 2018)

Keterangan:

Pada saat kendaraan berhenti, *surveyor* berada di dekat persimpangan berjumlah 2 orang. Kedua *surveyor* tersebut bertugas mengukur jarak depan-belakang, dan samping kendaraan yang berhenti di persimpangan dengan alat ukur meteran. Pada survei ini dicari sampel kendaraan sebanyak 25 sampel per masing – masing tipe kendaraan (sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat).



Gambar 4.3 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (pada Saat Berjalan)

(Sumber: Saputra, 2018)

Keterangan:

Pada saat kendaraan berjalan, *surveyor* berada di tempat yang jaraknya 200 meter dari simpang sebanyak 2 orang. Kedua *surveyor* bertugas mengukur jarak depan-belakang dan samping kendaraan yang sedang melintas di salah satu lengan simpang. Untuk mengukur jarak samping kendaraan yang sedang melintas, digunakan garis bantu melintang di badan jalan yang telah dibuat setiap 50 cm, sehingga *surveyor* membaca ukuran yang sudah tertera pada garis tersebut ketika kendaraan sedang melintas. Sedangkan untuk jarak depan-belakang diukur dengan perkiraan pendekatan penglihatan *surveyor*. Pada survei ini dicari sampel sebanyak 25 sampel per masing – masing tipe kendaraan (sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat).

5. Survei Sinyal Lalu Lintas dan Fase Simpang

Survei sinyal lalu lintas dilakukan dengan cara pengamatan langsung di tiap lengan simpang menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, merah, dan merah semua.

4.3 Metode Analisis Data

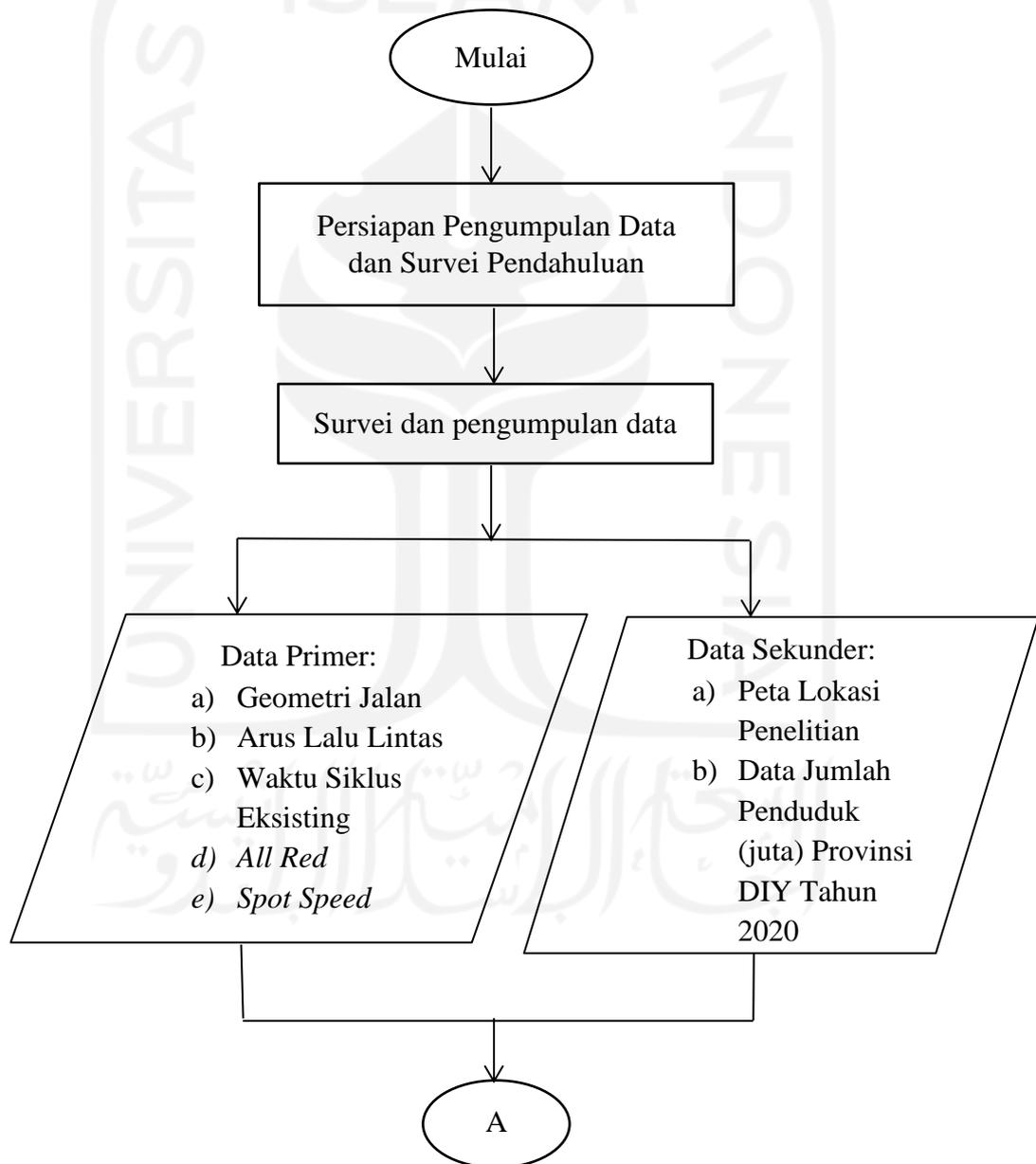
Analisa data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) untuk menghitung kapasitas, dan derajat kejenuhan.

Hasil survei data lalu lintas yang didapatkan pada simpang Pogung tersebut diolah untuk menentukan jam puncak yang diperoleh dari volume 15 menitan tersibuk selama 2,5 jam. Hasil tersebut digunakan dalam pengoperasian *software VISSIM*.

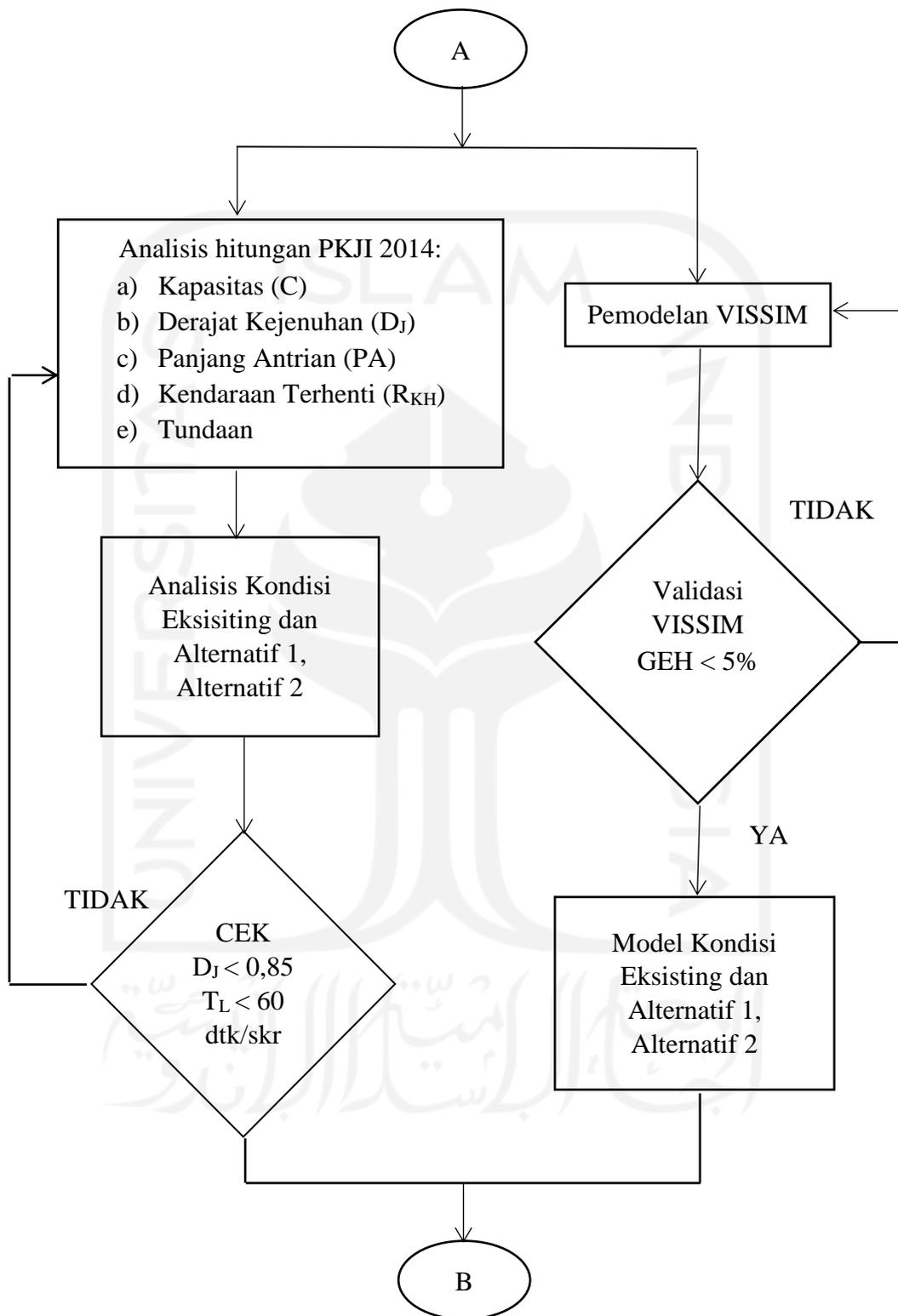


4.4 Bagan Alir Penelitian

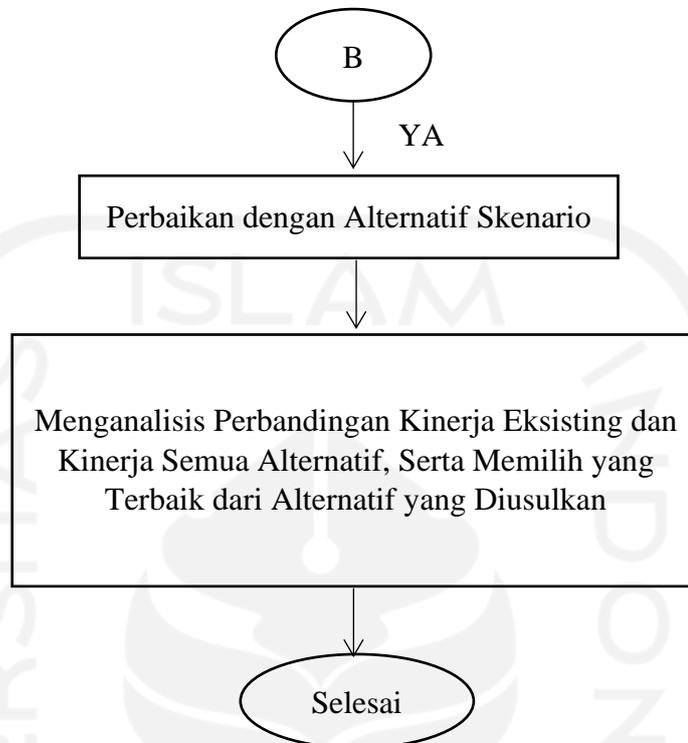
Dalam Tugas Akhir ini dilakukan susunan tahap penyelesaian dengan sumber data yang saling berhubungan sebelum mengambil kesimpulan dari perhitungan yang diperoleh, yaitu data lapangan. Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Penelitian ini memiliki alir kegiatan seperti berikut.



Gambar 4.4 Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian (1 dari 3)



Gambar 4.4 Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian (2 dari 3)



Gambar 4.4 Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian (3 dari 3)

BAB V

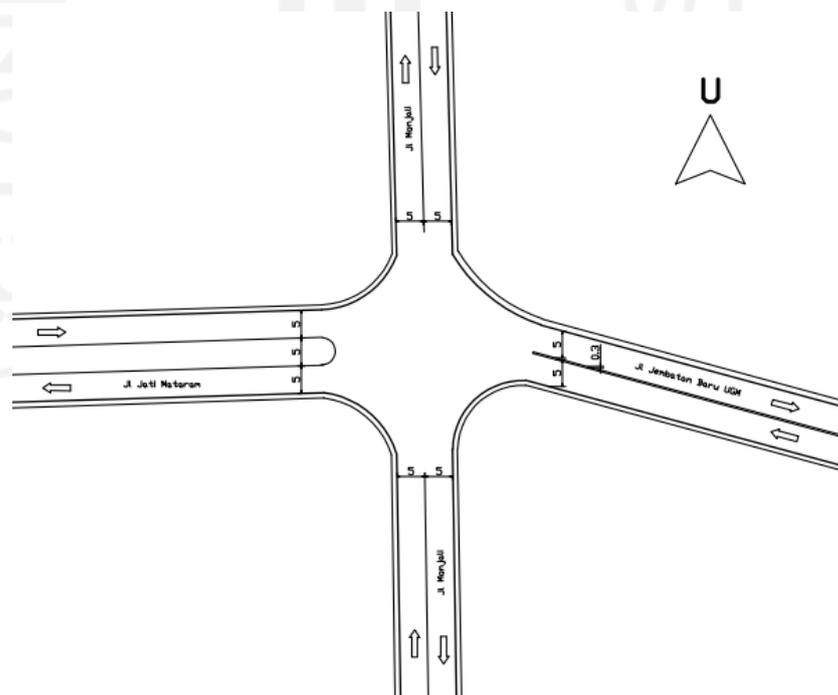
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang digunakan untuk proses pemodelan dengan *software VISSIM* pada penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara melakukan survei langsung di lapangan sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari suatu instansi.

5.1.1 Geometri Simpang Saat Ini

Data geometri simpang merupakan data yang menunjukkan kondisi geometri pada simpang yang diperoleh dari survei langsung di lapangan. Data geometri yang dibutuhkan yaitu lebar lajur yang digunakan untuk skala peta lokasi dan *input* lebar lajur jalan pada pemodelan *VISSIM*. Sketsa geometri simpang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Geometri Simpang Jalan Jembatan Baru UGM

Data geometri simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Geometri Simpang

Pendekat	Utara	Timur	Selatan	Barat
Lebar Jalur (m)	5	5	5	5
Lebar Median Pemisah Arah (m)	-	0,3	-	5

5.1.2 Pengaturan Simpang

Pengaturan simpang yang telah diterapkan saat ini berupa simpang bersinyal.

1. Data Sinyal Lalu Lintas Simpang

Data sinyal lalu lintas simpang dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.2.

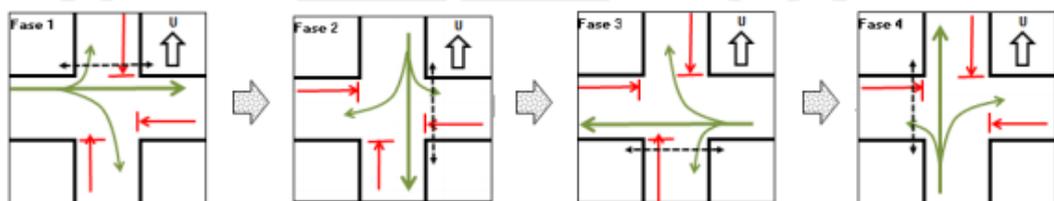
Tabel 5.2 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Merah	Hijau	Kuning	Semua Merah	
U	89	25	3	5	122
T	89	25	3	5	122
S	89	25	3	5	122
B	99	15	3	5	122

Diagram sinyal lalu lintas simpang dan arah fase kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3.

B	15	3	5	99	
U	23	25	3	5	66
T	56	25	3	5	33
S	89	25	3	5	

Gambar 5.2 Diagram Lampu Lalu Lintas Simpang



Gambar 5.3 Arah Fase Kondisi Eksisting

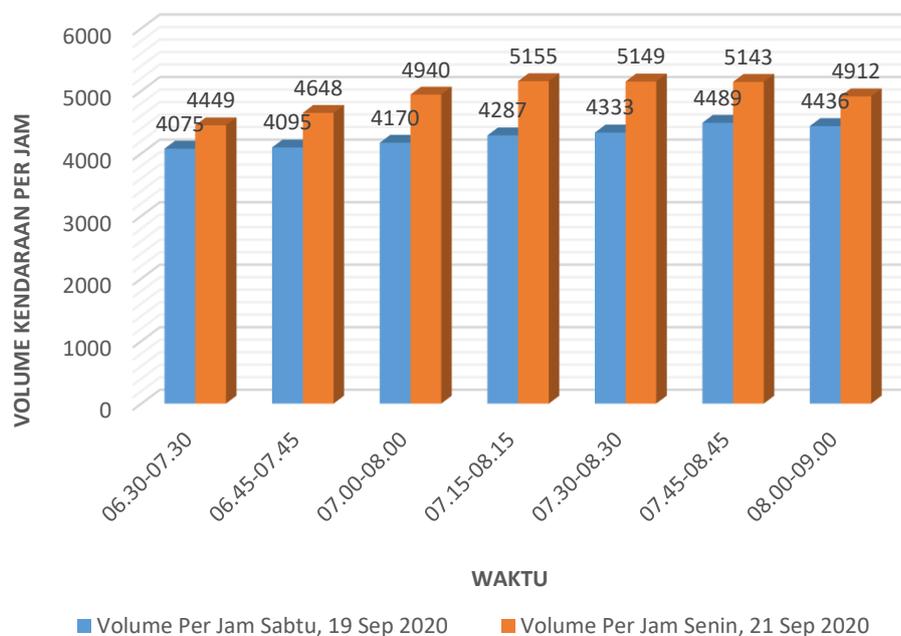
5.1.3 Volume Jam Puncak

Data volume lalu lintas diperoleh dengan melakukan survei langsung di lapangan dalam satuan kendaraan per jam. Survei dilakukan selama 2 (hari), yaitu pada hari Sabtu sebagai hari libur (*weekend*) dan hari Senin sebagai hari kerja (*weekday*). Survei dilakukan selama 5 jam per hari dengan interval 15 menit pada jam sibuk pagi pada pukul 06.30-09.00 WIB, dan sore pada pukul 15.30-18.00 WIB. Data volume dari semua lengan tersebut diakumulasikan volume per jam dari empat volume 15 menitan yang berurutan, selanjutnya dicari volume puncak dari data tersebut. Volume lalu lintas selama 10 jam dalam 2 hari dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Pagi

Volume Kendaraan			
No	Waktu	Volume Per Jam Sabtu, 19 September 2020 (kend/jam)	Volume Per Jam Senin, 21 September 2020 (kend/jam)
1	06.30-07.30	4075	4449
2	06.45-07.45	4095	4648
3	07.00-08.00	4170	4940
4	07.15-08.15	4287	5155
5	07.30-08.30	4333	5149
6	07.45-08.45	4489	5143
7	08.00-09.00	4436	4912

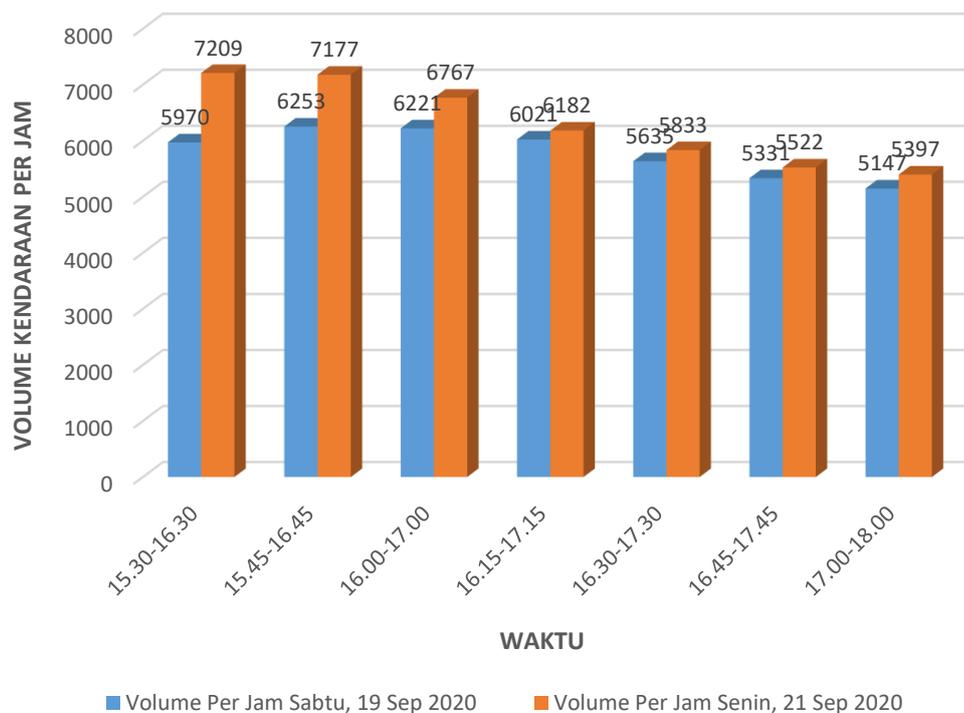
Grafik volume lalu lintas kendaraan periode pagi dapat dilihat pada Gambar 5.4.

**Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Pagi**

Tabel 5.4 Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Sore

Volume Kendaraan		
Waktu	Volume Per Jam Sabtu, 19 September 2020 (kend/jam)	Volume Per Jam Senin, 21 September 2020 (kend/jam)
15.30-16.30	5970	7209
15.45-16.45	6253	7177
16.00-17.00	6221	6767
16.15-17.15	6021	6182
16.30-17.30	5635	5833
16.45-17.45	5331	5522
17.00-18.00	5147	5397

Grafik volume lalu lintas kendaraan periode sore dapat dilihat pada Gambar 5.5.

**Gambar 5.5 Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan Periode Sore**

Dari kedua periode pengambilan data diperoleh periode jam puncak terjadi pada hari Senin, 21 September 2020 pada pukul 15.30-16.30 WIB dengan volume sebesar 7209 kendaraan/jam. Dapat dilihat pada Tabel 5.5 Jam Puncak.

Tabel 5.5 Jam Puncak

Volume Jam Puncak	
Waktu	Volume Per Jam 21 September 2020 (kend/jam)
15.30-16.30	7209
15.45-16.45	7177
16.00-17.00	6767
16.15-17.15	6182
16.30-17.30	5833
16.45-17.45	5522
17.00-18.00	5397

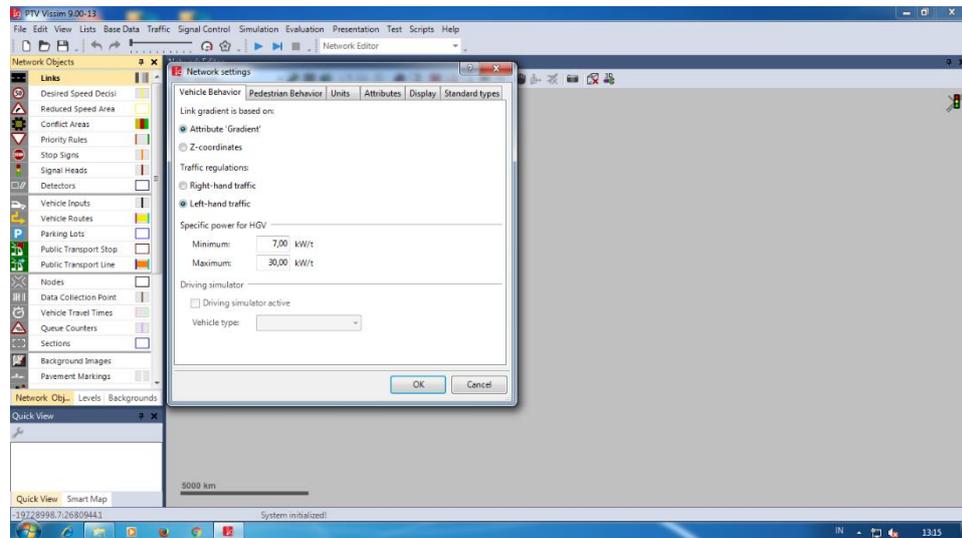
5.2 Pemodelan Simpang Jalan Jembatan Baru Dengan *Software VISSIM*

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM* yang secara ringkas tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

5.2.1 Aspek Geometri Simpang

1. *Network Development*

Langkah pertama adalah pengaturan satuan, dilakukan dengan pilih menu *Base Data* pada *Menu Bar*, pilih *Network Setting*, untuk satuan dari *Units* diubah ke *All Matrics*. Pengaturan ini dapat dilihat pada Gambar 5.6.

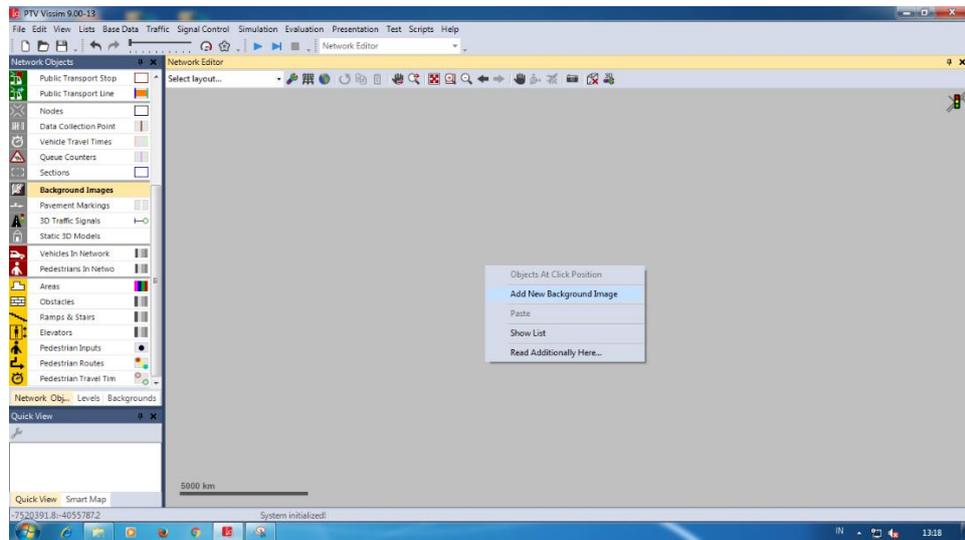


Gambar 5.6 Pengaturan Satuan

2. *Input Background*

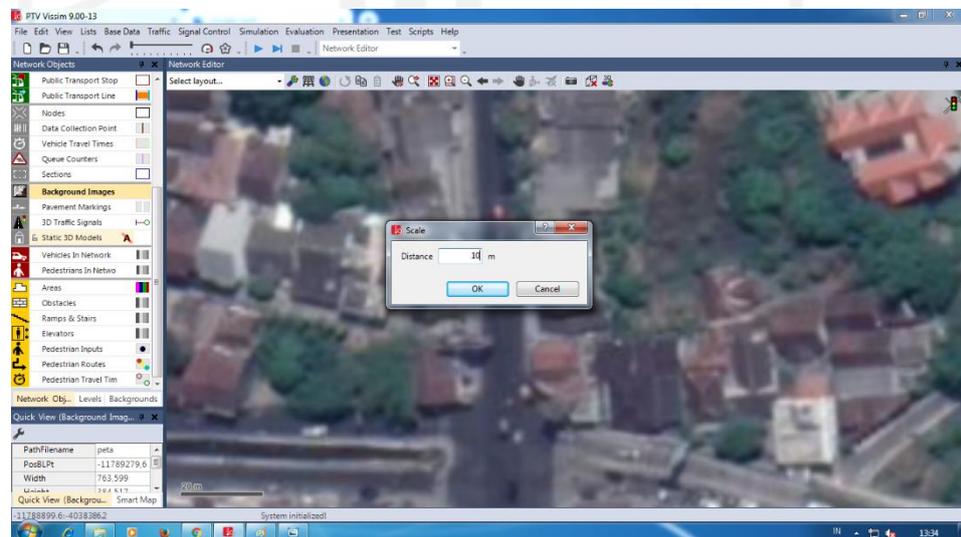
Background digunakan sebagai latar dari pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM*, selain itu *input background* juga digunakan sebagai perbandingan (skala) lebar jalan asli dengan peta di *google maps*.

Input background dilakukan dengan pilih menu *Background Image* pada *Network Object*, klik kanan pada jendela *Network Editor* pilih *Add New Background Image*. Pengaturan *background* dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Pengaturan *Background*

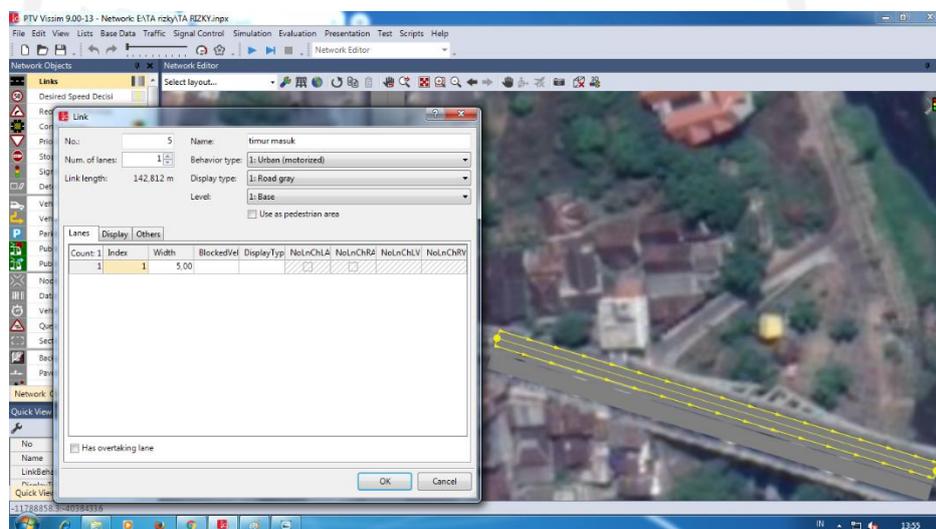
Pengaturan skala perbandingan dapat dilakukan dengan cara klik kanan pada gambar kemudian pilih *set scale*. Tarik garis pada lebar jalan yang dijadikan acuan perbandingan. Pengaturan skala dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Pengaturan *Set Scale*

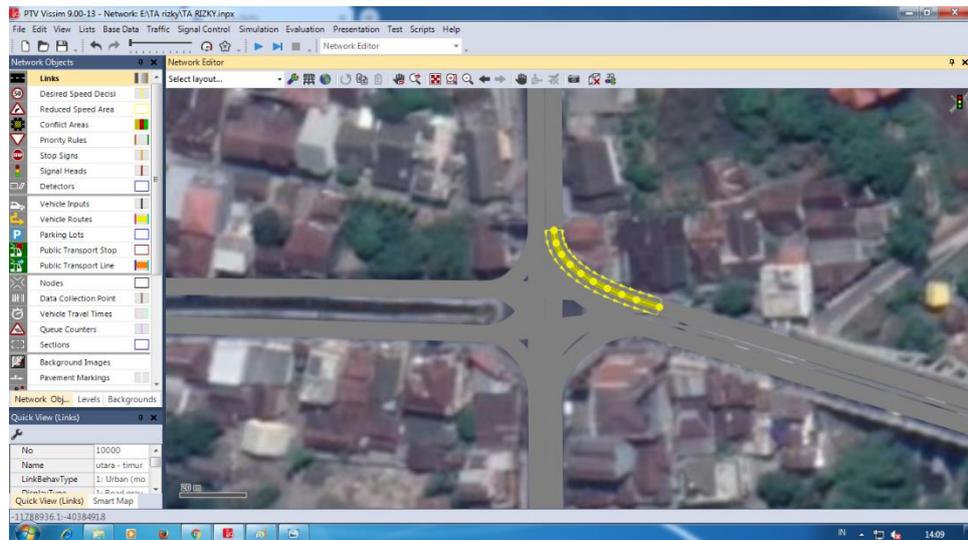
3. Pembuatan *Link*, *Median*, dan *Connectors*

Pembuatan *link* dan median disamakan dengan ukuran pada lapangan. Ukuran geometri simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1 Data Geometri Simpang. Pembuatan *link* dan median dilakukan dengan pilih menu *Link* pada *Network Object*, tekan tombol *ctrl* + klik kanan pada *mouse* kemudian tarik sepanjang *link* yang akan dibuat. Pembuatan *link* dan median dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Pembuatan *Link* dan *Median*

Connectors digunakan untuk menghubungkan antara satu *link* dengan *link* lainnya. Pembuatan *connectors* dapat dilakukan dengan klik kanan pada *mouse* lalu arahkan ke *link* yang akan dihubungkan. Pembuatan *connectors* dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Pembuatan *Connectors*

5.2.2 Tabel Asal-Tujuan dan *Input* Volume Kendaraan

1. Tabel Asal-Tujuan

Data asal-tujuan didapat dari survei, kemudian data tersebut diolah untuk *diinput* ke software *VISSIM*. Data asal-tujuan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

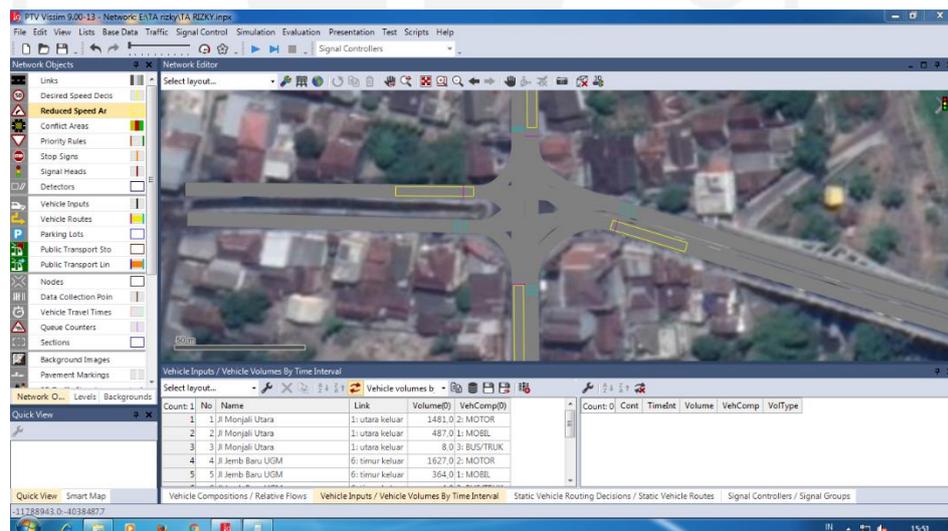
Tabel 5.6 Data Jumlah Kendaraan

Lengan	Lurus (kend/jam)			Kanan (kend/jam)			Kiri (kend/jam)			Jumlah (kend/jam)
	<i>SM</i>	<i>KR</i>	<i>KB</i>	<i>SM</i>	<i>KR</i>	<i>KB</i>	<i>SM</i>	<i>KR</i>	<i>KB</i>	
Utara	241	150	0	1037	260	8	203	77	0	1976
Timur	230	34	0	694	115	0	703	215	4	1995
Selatan	202	60	0	1287	302	7	218	32	0	2108
Barat	168	60	1	524	146	0	206	23	2	1130
Jumlah										7209

Berdasarkan Tabel 5.6, didapat kendaraan yang mendominasi pada simpang Jalan Jembatan Baru UGM adalah kendaraan sepeda motor (*SM*) dari arah Selatan dan yang paling sedikit adalah kendaraan berat (*KB*) dari arah Barat.

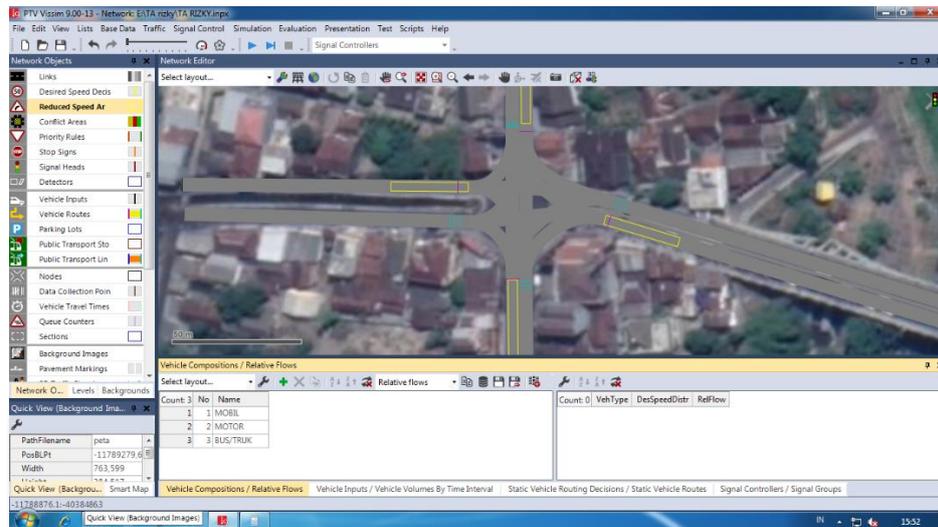
2. *Input Volume Lalu Lintas (Vehicle Inputs)* dan Rute (*Vehicle Route*)

Data yang diinput ke dalam *VISSIM* merupakan data volume kendaraan selama jam puncak. Volume tersebut dibedakan berdasarkan jenis kendaraan. Pengaturan *Vehicle Inputs* dapat dilakukan dengan pilih *Network Object*, *Vehicle Inputs*, lalu klik ruas jalan yang akan diinput data volume kendaraannya. Pengaturan *input* data volume kendaraan kedalam *VISSIM* dapat dilihat pada Gambar 5.11.



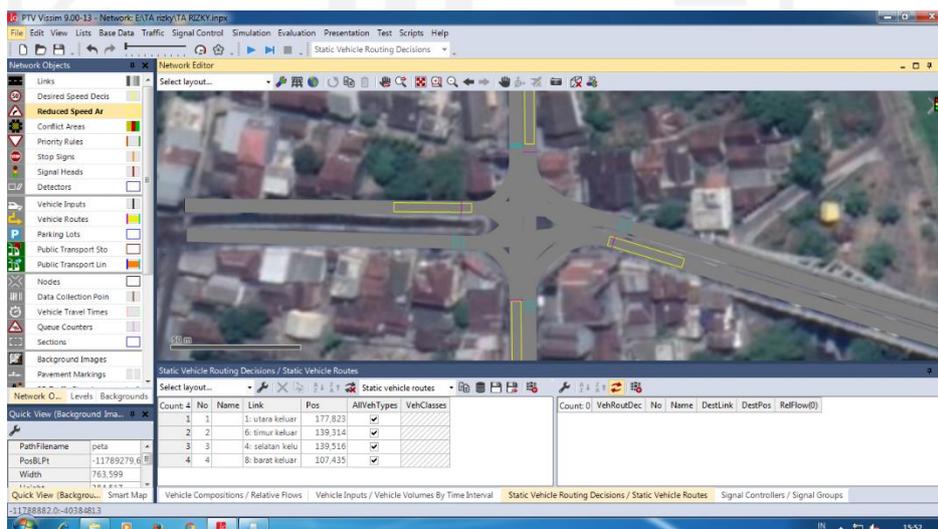
Gambar 5.11 Pengaturan *Input* Data Volume Kendaraan Jam Puncak ke Dalam *VISSIM*

Komposisi dari setiap jenis kendaraan dan kecepatannya juga digunakan dalam pengaturan *Vehicle Compositions*. Pengaturan *Vehicle Compositions* dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Pengaturan *Vehicle Compositions*

Setelah memasukkan volume dan komposisi jenis kendaraan tiap lengan dilanjutkan dengan pembuatan rute. Rute merupakan arah pergerakan dari kendaraan. Pengaturan rute dilakukan dengan pilih *Vehicle Route* pada *Network Objects*, kemudian klik ruas jalan asal hingga ke ruas jalan yang akan dituju. Pengaturan rute dapat dilihat pada Gambar 5.13.

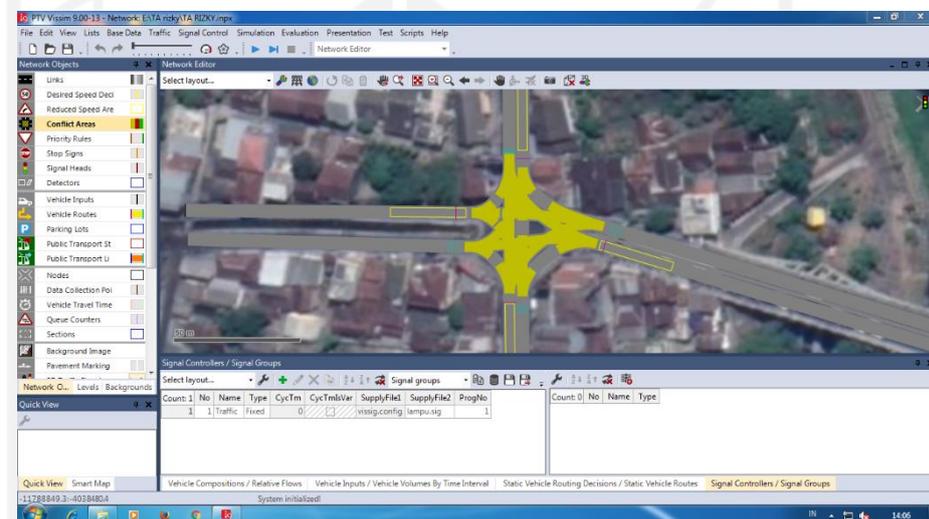


Gambar 5.13 Pengaturan Rute

5.2.3 Pengaturan Simpang

1. *Conflict Area*

Conflict Area menunjukkan daerah yang memungkinkan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Pengaturan *Conflict Area* dapat dilakukan dengan cara pilih *Conflict Area* pada *Network Object*, *Conflict Area*. Area tersebut akan muncul berwarna kuning yang menandakan *software VISSIM* menganalisis adanya konflik pada daerah kuning tersebut. Pengaturan *Conflict Area* dapat dilihat pada Gambar 5.14.



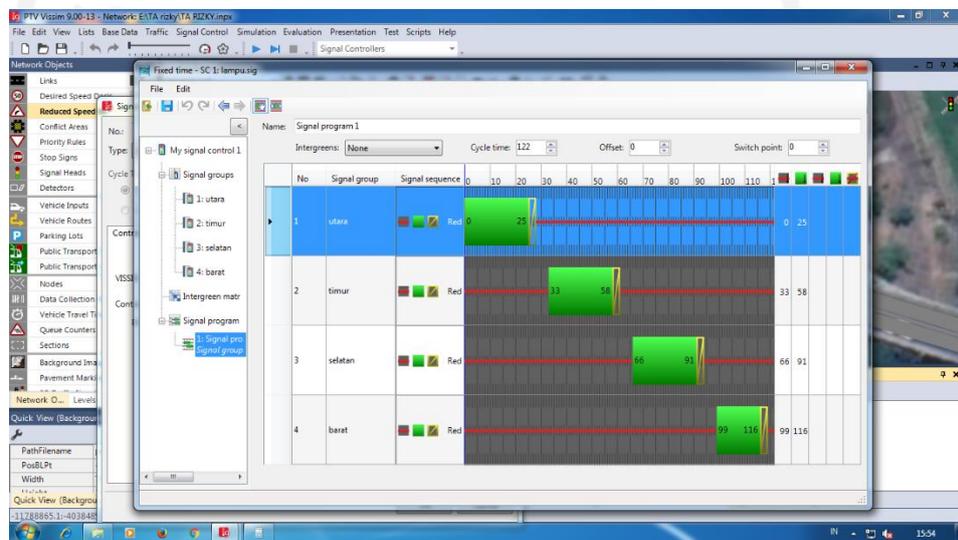
Gambar 5.14 Pengaturan *Conflict Area*

2. *Reduce Speed Area*

Reduce Speed Area merupakan pengaturan pengurangan kecepatan kendaraan pada saat memasuki area tertentu seperti pada persimpangan, *u-turn*, dan sebagainya. Pembuatan *reduce speed area* dilakukan dengan klik *Reduce Speed Area* pada *Network Object*, klik kanan pada *Link* yang akan ditambahkan *Reduce Speed Area*, tarik sesuai panjang yang diinginkan, klik OK pada jendela pengaturan.

3. *Signal Controller*

Signal controller digunakan untuk mengatur *Traffic Light*. Pengaturan *Signal Controller* dapat dilakukan dengan cara pilih *Signal Control* pada *Menu Bar*, *Controller, Add* pada jendela *Signal Controller/Signal Group*. Pengaturan *Signal Controller* berdasarkan data pada Gambar 5.2 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang dapat dilihat pada Gambar 5.15.



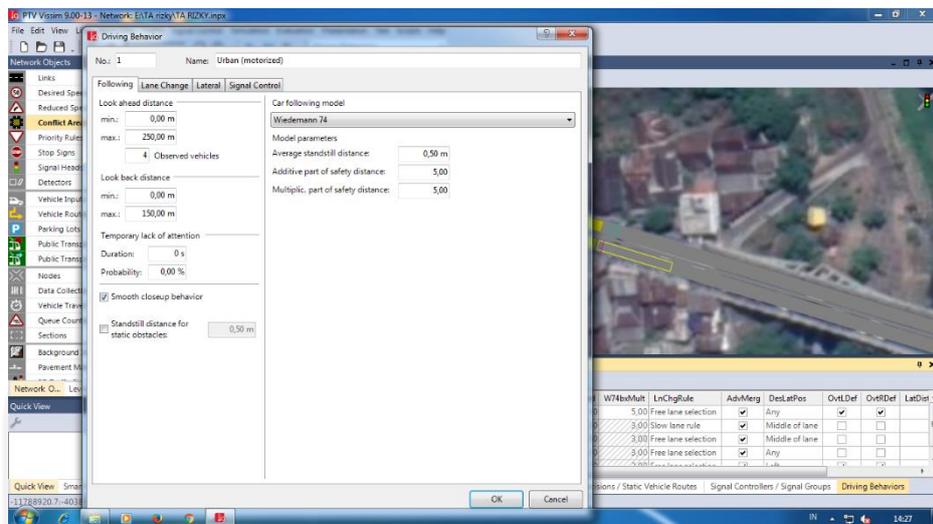
Gambar 5.15 Pengaturan *Signal Controllers*

5.2.4 Kalibrasi Parameter Perilaku Lalu Lintas

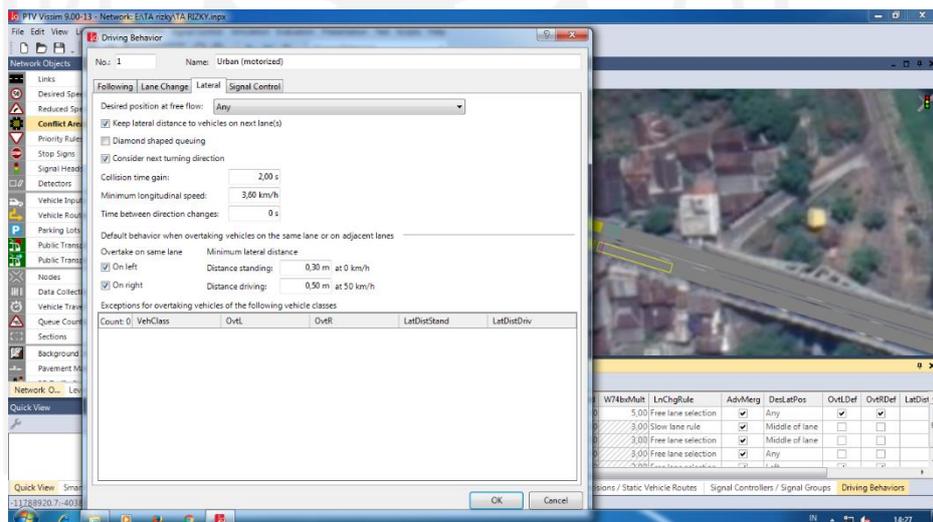
Kalibrasi dilakukan pada *Menu Driving Behavior* yang secara *default* di *setting* oleh *VISSIM*. Hal ini tentu berbeda dengan perilaku pengemudi yang terjadi di lapangan. *Driving Behavior* merupakan kondisi atau keadaan langsung pengendara ketika sedang mengendarai kendaraannya. *Driving Behavior* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar pemodelan yang dibuat pada *software VISSIM* dapat mewakili kondisi lapangan. Pengaturan *Driving Behavior* dapat dilakukan dengan pilih *Menu Base Data, Driving Behavior*, kemudian edit bagian *Urban (motorized)*. Pengaturan *Driving Behavior* dapat dilihat pada Tabel 5.7, Gambar 5.16 dan Gambar 5.17.

Tabel 5.7 Pengaturan *Driving Behavior*

Parameter yang diubah	Nilai	
	Sebelum	Sesudah
1. Posisi kendaraan pada lajur	<i>Middle of lane</i>	<i>Any</i>
2. Perilaku dalam menyiap	<i>Off</i>	<i>On</i>
3. Jarak minimal antar kendaraan saat bersampingan ketika berhenti (0 km/jam) (m)	1	0,3
4. Jarak minimal antar kendaraan saat bersampingan ketika berjalan (50 km/jam) (m)	1	0,5
5. Jarak henti rata-rata antar kendaraan	2	0,5
6. Jarak aman pembedaan kendaraan	2	5
7. Jarak aman dari pembedaan banyak kendaraan	3	5



Gambar 5.16 Pengaturan *Driving Behavior*



Gambar 5.17 Pengaturan *Driving Behavior*

Langkah kalibrasi yang pertama adalah mengubah nilai *Average Standstill Distance* atau jarak henti rata-rata antar kendaraan dari *setting default* 2 meter menjadi 0,5 meter, hal ini dikarenakan mayoritas kendaraan yang ada di lapangan adalah sepeda motor yang memiliki jarak henti rapat.

Langkah kedua adalah mengubah komponen *Additive Part of Safety Distance* yaitu nilai yang digunakan pada jarak aman antar kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 5 m.

Langkah kalibrasi yang ketiga dengan mengubah komponen *Multiplicative Part of Safety Distance* yaitu nilai kelipatan jarak aman dari pembuntutan kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 5 m.

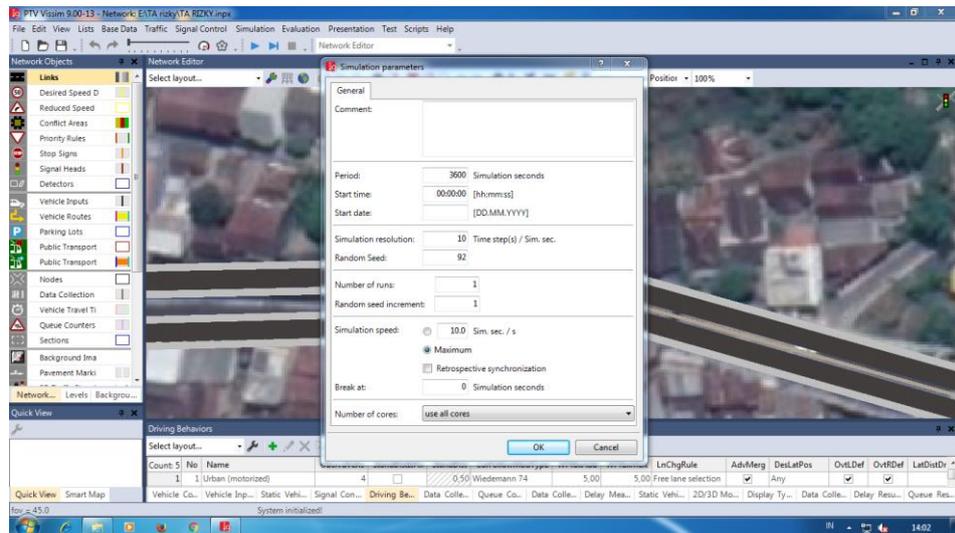
Langkah selanjutnya dilakukan dengan mengubah *Desired Position at Free Flow* menjadi *Any* dari semula *Middle of Lane* untuk meningkatkan agresivitas pengemudi agar posisi kendaraan pada lajur menjadi bervariasi.

Kalibrasi yang kelima dilakukan dengan mengubah *Minimum Distance Standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berhenti menjadi 0,3 m.

Langkah kalibrasi yang terakhir dengan mengubah *Minimum Distance Driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan pada saat bergerak menjadi 0,5 m.

5.2.5 Uji Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi. Validasi dilakukan dengan cara membandingkan volume kendaraan yang keluar dengan volume yang diinput ke dalam *software VISSIM*. Pada validasi kali ini, penulis menggunakan parameter *random seed* 52, 62, 72, 82, dan 92. Pengaturan *random seed* dapat dilihat pada Gambar 5.18 hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 5.8.



Gambar 5.18 Pengaturan *Random Seed*

Tabel 5.8 Hasil Validasi

Validasi								
Lengan	Volume Lapangan	R52	R62	R72	R82	R92	Rata-rata	GEH (%)
Utara	1976	1908	1942	1927	1935	1950	1932,4	0,986
Timur	1995	1961	1921	1993	2036	1949	1972	0,516
Selatan	2108	2043	2023	2065	1987	2070	2037,6	1,546
Barat	1130	1119	1126	1156	1172	1131	1140,8	0,321

Berdasarkan data pada Tabel 5.8, hasil selisih volume yang keluar dari proses validasi menunjukkan angka dibawah 5% dari jumlah kendaraan yang *diinput*. Maka pemodelan tersebut dapat digunakan untuk analisis.

5.3 Kinerja Simpang pada Kondisi Saat Ini

5.3.1 Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung volume lalu lintas per satuan waktu (kendaraan/jam). Perhitungan untuk kapasitas simpang kondisi saat ini dapat dihitung setelah menentukan faktor-faktor yang berpengaruh pada kapasitas yaitu sebagai berikut.

- a. Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (F_{UK}), untuk ukuran kota dengan jumlah penduduk 3.882.288 jiwa ($>3,0$ juta) dari Tabel 3.2 sebesar 1,05.
- b. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS}) diasumsikan daerah simpang merupakan lingkungan komersil dengan hambatan samping rendah dan sedang, tipe fase terlindung serta rasio kendaraan tak bermotor 0, sehingga diperoleh faktor hambatan samping dari Tabel 3.4 sebesar 0,94 untuk lengan Utara, Selatan, Barat dan 0,95 untuk lengan Timur.
- c. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G), simpang Jalan Jembatan baru UGM merupakan simpang sebidang yang merupakan simpang yang tidak mempunyai beda tinggi, sehingga dari Gambar 3.6 nilai F_G sebesar 1.
- d. Faktor penyesuaian parkir (F_P), diasumsikan dari Gambar 3.7 nilai F_P sebesar 0,86.
- e. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}), hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, sehingga untuk lengan Timur dan Barat faktor penyesuaian belok kanan tidak berlaku karena memiliki median, maka nilai F_{BKa} diasumsikan 1. Sedangkan faktor penyesuaian belok kanan untuk lengan Utara dan Selatan dihitung menggunakan Persamaan 3.10.
- f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{BKl}), hanya untuk pendekat tipe P tanpa B_{KlT} , lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, sehingga untuk simpang Jalan Jembatan Baru UGM faktor penyesuaian belok kiri dihitung menggunakan Persamaan 3.11.

Setelah faktor-faktor tersebut diketahui, maka kapasitas jalan dihitung menggunakan Persamaan 3.8, 3.12 dan 3.16. Rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Kapasitas Simpang Kondisi Saat Ini

Lengan	Le (m)	S _o (skr/jam)	F _{UK}	F _{HS}	F _G	F _P	F _{BKa}	F _{BKi}	S (skr/jam)	C (skr/jam)
U	5	3000	1,05	0,94	1	0,86	1,038	0,959	2535,83	519,637
T	5	3000	1,05	0,95	1	0,86	1	0,982	2527,56	517,942
S	5	3000	1,05	0,94	1	0,86	1,025	0,978	2554,21	523,403
B	5	3000	1,05	0,94	1	0,86	1	0,962	2450,59	301,302

Hasil analisis diperoleh kapasitas simpang untuk lengan Utara 519,637 skr/jam, lengan Timur 517,942 skr/jam, lengan Selatan 523,403 skr/jam, dan lengan Barat 301,302 skr/jam.

5.3.2 Derajat Jenuh, Panjang Antrean, dan Tundaan Menggunakan PKJI 2014

1. Derajat jenuh adalah rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Untuk menghitung derajat jenuh, perlu dihitung arus lalu lintas dengan menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.17. Contoh perhitungan pada lengan Utara simpang.

$$\begin{aligned}
 D_j &= \frac{Q}{C} \\
 &= \frac{719,55}{519,637} \\
 &= 1,385
 \end{aligned}$$

Nilai derajat jenuh untuk kondisi saat ini dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Derajat Jenuh Kondisi Saat Ini

Lengan	Arus Lalu Lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Jenuh (D _j)
U	720	520	1,385
T	613	518	1,184
S	659	524	1,259
B	368	302	1,220

Hasil analisis diperoleh nilai derajat jenuh untuk lengan Utara 1,385, lengan Timur 1,184, lengan Selatan 1,259, dan lengan Barat 1,220.

2. Panjang Antrean (PA)

Hasil dari derajat kejenuhan (DJ) digunakan untuk menghitung jumlah antrean (N_{Q1}) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Perhitungan panjang antrean menggunakan Persamaan 3.19.

$$\begin{aligned} N_{Q1} &= 0,25 \times c \times \left\{ (DJ - 1)^2 + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{c}} \right\} \\ &= 0,25 \times 122 \times \left\{ (1,385 - 1)^2 + \sqrt{(1,385 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,385 - 0,5)}{122}} \right\} \\ &= 18,36 \end{aligned}$$

Kemudian jumlah antrean yang datang selama fase merah (N_{Q2}) dihitung menggunakan Persamaan 3.20.

$$\begin{aligned} N_{Q2} &= c \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 122 \times \frac{(1-0,2)}{(1-0,2 \times 1,385)} \times \frac{720}{3600} \\ &= 27,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_Q &= N_{Q1} + N_{Q2} \\ &= 18,36 + 27,07 \\ &= 45,43 \end{aligned}$$

Panjang antrean pada suatu pendekat adalah hasil perkalian jumlah rata-rata antrean pada awal sinyal hijau (N_Q) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per skr (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk. Perhitungan panjang antrean menggunakan Persamaan 3.21.

$$\begin{aligned} PA &= N_Q \times \frac{20}{LM} \\ &= 45,43 \times \frac{20}{5} \\ &= 181,71 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan panjang antrean (PA) dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Panjang Antrean Kondisi Saat Ini

Panjang Antrean				
Lengan	N_{Q1}	N_{Q2}	N_Q	Panjang Antrean (PA) (m)
Utara	18,36	27,07	45,43	181,71
Timur	9,59	21,82	31,41	125,63
Selatan	12,49	23,94	36,42	145,70
Barat	10,91	12,85	23,76	95,02

3. Rasio Kendaraan Terhenti

Contoh perhitungan rasio kendaraan terhenti pada lengan Utara menggunakan Persamaan 3.22.

$$\begin{aligned}
 R_{KH} &= 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{45,43}{720 \times 122} \times 3600 \\
 &= 1,68 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan rasio kendaraan terhenti dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Rasio Kendaraan Terhenti Kondisi Saat Ini

Lengan	Rasio Kendaraan Terhenti (skr/jam)
Utara	1,68
Timur	1,36
Selatan	1,47
Barat	1,72

4. Tundaan

Contoh perhitungan tundaan (T) pada lengan Utara dihitung menggunakan Persamaan 3.23 sampai dengan Persamaan 3.25.

$$\begin{aligned} T_L &= c \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \\ &= 122 \times \frac{0,5 \times (1-0,2)^2}{(1-0,2 \times 1,385)} + \frac{18,36 \times 3600}{720} \\ &= 181,02 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Perhitungan tundaan geometric rata-rata (T_G) pada lengan Utara dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\ &= (1 - 1,68) \times 1,3 \times 6 + (1,68 \times 4) \\ &= 1,43 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Analisis perhitungan tundaan rata-rata (T) pada lengan Utara dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T &= T_L + T_G \\ &= 181,02 + 1,43 \\ &= 182,45 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Hasil analisis tundaan simpang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Tundaan Kendaraan Saat Ini

Tundaan			
Lengan	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (T_L)	Tundaan Geometrik Rata-rata (T_G)	Tundaan Rata-rata (T)
Utara	181,02	1,43	182,45
Timur	117,57	2,63	120,2
Selatan	137,86	2,22	140,08
Barat	185,54	1,28	186,82

5.3.3 Tundaan dan Panjang Antrean Menggunakan VISSIM

1. Tundaan (*Delay*)

Delay atau tundaan merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam evaluasi kinerja simpang. Tundaan yang dimaksud adalah waktu tunggu yang diperlukan kendaraan dalam melewati simpang. Setelah dirunning software VISSIM didapat *Vehdelay result* dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Tundaan Kondisi Saat Ini Menggunakan VISSIM

Tundaan						
Lengan	R52 (d)	R62 (d)	R72 (d)	R82 (d)	R92 (d)	Rata-rata (d)
U	85,879	92,257	84,902	87,996	90,384	88,284
T	97,695	98,053	99,987	93,613	95,190	96,907
S	86,148	82,882	87,619	87,984	87,585	86,444
B	205,377	196,663	207,191	198,186	207,563	202,996

Hasil analisis dengan menggunakan software VISSIM diperoleh nilai tundaan untuk lengan Utara 88,284 detik, lengan Timur 96,907 detik, lengan Selatan 86,444 detik, dan lengan Barat 202,996 detik.

2. Panjang Antrean (*Queue Counter*)

Queue counter merupakan penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrean mulai dihitung. Setelah dirunning software VISSIM didapat nilai *queue counter* dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Panjang Antrean Kondisi Saat Ini Menggunakan VISSIM

Panjang Antrean						
Lengan	R52 (m)	R62 (m)	R72 (m)	R82 (m)	R92 (m)	Rata-rata (m)
U	369,730	401,461	386,236	372,818	387,673	383,584
T	345,314	383,599	390,766	356,259	386,846	372,557
S	371,431	347,864	396,087	375,421	359,587	370,078
B	348,179	354,282	377,703	370,663	350,460	360,257

Hasil analisis dengan menggunakan *software VISSIM* diperoleh nilai panjang antrean untuk lengan Utara 383,584 meter, lengan Timur 372,557 meter, lengan Selatan 370,078 meter, dan lengan Barat 360,257 meter.

5.4 Alternatif Solusi

5.4.1 Alternatif I (Penyesuaian Ulang Waktu Siklus)

Pada percobaan alternatif I tidak menggunakan nilai pada kondisi eksisting akan tetapi dengan menggunakan Persamaan 3.14.

$$C_{bp} = (1,5 \times H_H + 5) / (1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}})$$

a. Arus Jenuh (Q)

Nilai arus jenuh (Q) dapat ditentukan dengan mengalikan nilai arus jenuh dasar dengan faktor penyesuaian.

Tabel 5.16 Nilai Arus Jenuh (S) dalam Waktu Siklus Baru

Lengan	Faktor Penyesuaian						Arus Jenuh Dasar (S ₀) (skr/jam)	Arus Jenuh (Q) (skr/jam)
	F _{UK}	F _{HS}	F _G	F _P	F _{Bka}	F _{Bki}		
U	1,05	0,94	1	0,86	1,0388	0,9586	3000	720
T	1,05	0,95	1	0,86	1	0,9821	3000	613
S	1,05	0,94	1	0,86	1,0255	0,9781	3000	659
B	1,05	0,94	1	0,86	1	0,9623	3000	368

b. Kapasitas dan Derajat Jenuh

1) Kapasitas

Nilai kapasitas (C) tergantung terhadap arus jenuh dan rasio waktu hijau pada masing-masing pendekat. Perhitungan waktu hijau (H_i) untuk lengan Utara sebagai berikut.

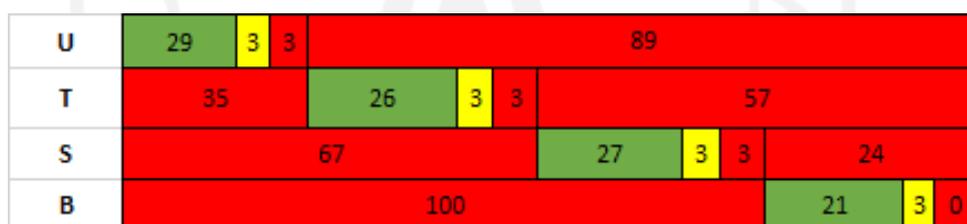
$$\begin{aligned}
 H_i &= (C_{bp} - H_H) \times R_F \\
 &= (48,87 - 20) \times 1 \\
 &= 28,87 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Waktu siklus disesuaikan (C) dalam perancangan ulang jam puncak menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 (c) &= \sum H_i + H_H \\
 &= 104 + 20 \\
 &= 124 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Kapasitas Simpang dalam Waktu Siklus Baru

Pendekat	Tipe Pendekat	Arus Jenuh (S)	Waktu Hijau (H _i)	Waktu Siklus Disesuaikan (c)	Kapasitas
		skr/jam	detik	detik	skr/jam
Utara	P	2536	29	124	593
Timur	P	2527	26	124	530
Selatan	P	2554	27	124	556
Barat	P	2451	21	124	415



Gambar 5.19 Diagram Lampu Lalu Lintas Alternatif 1

2) Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan (DJ) dalam merancang ulang waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Derajat Kejenuhan (DJ) dalam Waktu Siklus Baru

Pendekat	Tipe Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Jenuh
		(skr/jam)	(skr/jam)	
Utara	P	720	593	1,213
Timur	P	613	530	1,157
Selatan	P	659	556	1,185
Barat	P	368	415	0,886

c. Panjang Antrian

Panjang antrean dalam waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.19 Panjang Antrean dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan PKJI 2014

Panjang Antrean				
Lengan	N_{Q1}	N_{Q2}	N_Q	Panjang Antrean (PA) (m)
Utara	10,79	26,51	37,3	149,19
Timur	8,79	22,04	30,84	123,35
Selatan	9,75	23,94	33,69	134,75
Barat	6,44	12,37	18,82	75,27

Tabel 5.20 Panjang Antrean dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan VISSIM

Panjang Antrean						
Lengan	R52 (m)	R62 (m)	R72 (m)	R82 (m)	R92 (m)	Rata-rata (m)
U	368,750	399,350	379,715	367,736	380,545	379,219
T	342,516	385,033	390,080	355,172	385,828	371,726
S	365,259	350,943	396,861	373,464	358,214	368,948
B	313,146	328,635	353,680	340,709	323,243	331,883

d. Tundaan

Tundaan dalam waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.21 Tundaan dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan PKJI 2014

Tundaan			
Lengan	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (T_L)	Tundaan Geometrik Rata-rata (T_G)	Tundaan Rata-rata (T)
Utara	116,3	2,65	118,9
Timur	110,9	2,81	113,7
Selatan	114,2	2,73	117
Barat	106,2	2,72	108,9

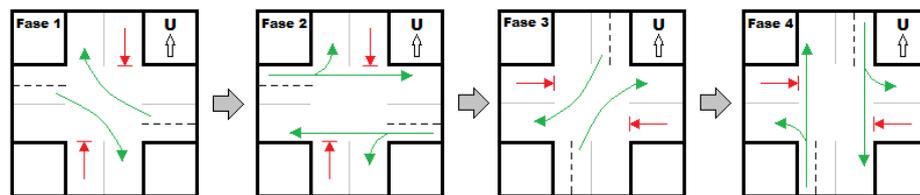
Tabel 5.22 Tundaan dalam Waktu Siklus Baru Menggunakan VISSIM

Tundaan						
Lengan	R52 (d)	R62 (d)	R72 (d)	R82 (d)	R92 (d)	Rata-rata (d)
U	71,498	76,036	74,780	74,552	75,097	74,393
T	91,461	93,226	94,354	94,609	92,282	93,186
S	76,921	79,772	79,816	80,788	79,504	79,360
B	144,330	147,820	144,349	147,217	140,236	144,790

Perhitungan alternatif I dengan perancangan ulang waktu siklus baru didapatkan nilai waktu siklus sebesar 124 detik, dengan waktu hijau (H_i) pada lengan Utara 29 detik, Timur 26 detik, Selatan 27 detik, dan Barat 21 detik. Nilai derajat kejenuhan (DJ) pada lengan Utara 1,213, Timur 1,157, Selatan 1,185, dan Barat 0,886. Alternatif I didapatkan nilai DJ untuk lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat lebih rendah dari analisis kondisi eksisting, namun masih lebih besar dari 0,85 dan untuk nilai tundaan rata-rata (D) pada setiap simpang menurun.

5.4.2 Alternatif II (Perancangan Ulang Waktu Siklus dan Perubahan Fase)

Alternatif II adalah perancangan ulang waktu siklus dan perubahan fase simpang. Pada alternatif ini fase belok kanan dua pendekat dibuat menjadi satu fase bersamaan yaitu pendekat Barat bersamaan dengan pendekat Timur dan pendekat Utara bersamaan dengan pendekat Selatan. Fase lurus dan belok kiri dua pendekat juga dibuat menjadi satu fase bersamaan yaitu pendekat Barat bersamaan dengan pendekat Timur dan pendekat Utara bersamaan dengan pendekat Selatan. Pemilihan fase simpang seperti itu karena volume kendaraan arah lurus lebih banyak dibandingkan kendaraan yang belok kanan. Penambahan rambu perintah memasuki bagian jalan tertentu dan marka jalan di setiap lengan perlu dilakukan guna untuk membedakan kendaraan yang ingin lurus dan belok kiri ataupun kendaraan yang ingin belok kanan. Skenario alternatif II dapat dilihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Perubahan Fase Simpang

a. Arus Jenuh (Q)

Nilai arus jenuh (Q) dapat ditentukan dengan mengalikan nilai arus jenuh dasar dengan faktor penyesuaian.

Tabel 5.23 Nilai Arus Jenuh (S) dalam Kondisi Perubahan Fase

Lengan	Faktor Penyesuaian						Arus Jenuh Dasar (So) (skr/jam)	Arus Jenuh (Q) (skr/jam)
	F _{UK}	F _{HS}	F _G	F _P	F _{Bka}	F _{Bki}		
U	1,05	0,94	1	0,86	1,0388	0,9586	3000	720
T	1,05	0,95	1	0,86	1	0,9821	3000	613
S	1,05	0,94	1	0,86	1,0255	0,9781	3000	659
B	1,05	0,94	1	0,86	1	0,9623	3000	368

U bka	17	3	2	80				
U bki & lrs	22			26	3	2	49	
T bka	53				20	3	2	24
T bki & lrs	78						19	3 2
S bka	17	3	2	80				
S bki & lrs	22			26	3	2	49	
B bka	53				20	3	2	24
B bki & lrs	78						19	3 2

Gambar 5.21 Diagram Lampu Lalu Lintas Alternatif 2

b. Kapasitas dan Derajat Jenuh

1) Kapasitas

Nilai kapasitas (C) tergantung terhadap arus jenuh dan rasio waktu hijau pada masing-masing pendekat. Perhitungan waktu hijau hilang total lengan Utara sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 H_H &= 4 \times H_A \\
 &= 4 \times 5 \\
 &= 20 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu hijau (H_i) untuk lengan Utara sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H_i &= (C_{bp} - H_H) \times R_F \\ &= (46,14 - 20) \times 1 \\ &= 26,14 \text{ detik} \end{aligned}$$

Waktu siklus disesuaikan (C) dalam perancangan ulang jam puncak menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} (c) &= \sum H_i + H_H \\ &= 82 + 20 \\ &= 102 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel 5.24 Kapasitas Simpang dalam Kondisi Perubahan Fase

Pendekat	Tipe Pendekat	Arus Lalu Lintas (S)	Waktu Hijau (H_i)	Waktu Siklus Disesuaikan (c)	Kapasitas
		skr/jam	detik	detik	skr/jam
Utara bka	P	107	17	102	411
Utara bki & lrs	P	612	26	102	650
Timur bka	P	326	20	102	500
Timur bki & lrs	P	288	19	102	483
Selatan bka	P	65	17	102	414
Selatan bki & lrs	P	594	26	102	654
Barat bka	P	57	20	102	485
Barat bki & lrs	P	311	19	102	468

2) Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan (DJ) dalam merancang ulang waktu siklus baru dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Derajat Kejenuhan (DJ) dalam Kondisi Perubahan Fase

Pendekat	Tipe Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Jenuh
		(skr/jam)	(skr/jam)	
Utara bka	P	107	411	0.261
Utara bki&lrs	P	612	650	0.942
Timur bka	P	326	500	0.651
Timur bki&lrs	P	288	483	0.595
Selatan bka	P	65	414	0.156
Selatan bki&lrs	P	594	654	0.908
Barat bka	P	57	485	0.117
Barat bki&lrs	P	311	468	0.664

c. Panjang Antrian

Panjang antrean dalam kondisi perubahan fase dapat dilihat pada Tabel 5.26 dan Tabel 5.27.

**Tabel 5.26 Panjang Antrean dalam Kondisi Perubahan Fase
Menggunakan PKJI 2014**

Panjang Antrean				
Lengan	N _{Q1}	N _{Q2}	N _Q	Panjang Antrean (PA) (m)
Utara	8,97	23,88	32,85	131,4
Timur	10,36	20,61	30,98	123,91
Selatan	5,72	19,58	25,30	101,20
Barat	7,97	9,14	17,11	68,46

**Tabel 5.27 Panjang Antrean dalam Kondisi Perubahan Fase
Menggunakan VISSIM**

Panjang Antrean						
Lengan	R52 (m)	R62 (m)	R72 (m)	R82 (m)	R92 (m)	Rata-rata (m)
U	393,192	415,108	404,532	396,000	399,705	401,707
T	375,547	402,659	410,793	379,895	401,239	394,027
S	391,125	381,773	408,143	394,775	378,980	390,959
B	361,892	375,388	397,642	390,104	360,372	377,080

d. Tundaan

Tundaan dalam kondisi perubahan fase dapat dilihat pada Tabel 5.28 dan Tabel 5.29.

**Tabel 5.28 Tundaan dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan PKJI
2014**

Tundaan			
Lengan	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (T_L)	Tundaan Geometrik Rata-rata (T_G)	Tundaan Rata-rata (T)
Utara	65,17	2,29	67,46
Timur	74,93	1,70	76,63
Selatan	50,35	3,17	53,52
Barat	57,47	2,18	59,65

**Tabel 5.29 Tundaan dalam Kondisi Perubahan Fase Menggunakan
VISSIM**

Tundaan						
Lengan	R52 (d)	R62 (d)	R72 (d)	R82 (d)	R92 (d)	Rata-rata (d)
U	211,293	238,299	214,535	232,579	197,611	218,863
T	353,815	270,517	288,831	270,440	253,633	287,447
S	265,062	193,881	226,969	278,309	217,758	236,396
B	257,215	322,301	275,111	331,502	271,928	291,611

Perhitungan alternatif II dengan perancangan ulang waktu siklus baru dan perubahan fase didapatkan nilai waktu siklus sebesar 102 detik, dengan waktu hijau (Hi) pada lengan Utara 26 detik, Timur 19 detik, Selatan 26 detik, Barat 19 detik, Utara bka 17 detik, Timur bka 20 detik, Selatan bka 17 detik, dan Barat bka 20 detik. Nilai derajat kejenuhan (DJ) pada lengan Utara 1,203, Timur 1,247, Selatan 1,064, dan Barat 0,781. Alternatif II didapatkan nilai DJ untuk lengan Utara, Selatan, dan Barat lebih rendah dari analisis kondisi eksisting sedangkan lengan Timur

mengalami kenaikan, namun masih lebih besar dari 0,85 dan untuk nilai tundaan rata-rata (D) pada setiap simpang meningkat.

5.5 Pembahasan

5.5.1 Pembahasan

Hasil perhitungan menggunakan rumus Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) pada kondisi eksisting menunjukkan kinerja simpang Pogung melebihi dari kondisi yang ditetapkan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhan setiap ruas jalan melebihi 0,85, tidak sesuai dengan peraturan PKJI yaitu ($DJ \leq 0,85$).

Hasil penelitian tersebut didapatkan pada kondisi jalanan dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah mengenai pandemi Covid – 19. Dimana kebijakan tersebut dapat mengurangi mobilitas masyarakat. Hal ini berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas di jalan raya, salah satunya di simpang Pogung pada bulan September 2020 yang mana kebijakan tersebut telah diterapkan.

Berdasarkan SIARAN PERS Nomor: 137/sipres/A6/VI/2020 tentang Panduan Penyelenggaraan Pembelajaran pada Tahun Ajaran dan Tahun Akademik Baru di Masa Pandemi Covid-19, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) Nadiem Anwar Makarim mengatakan tahun ajaran baru 2020/2021 tetap dimulai pada bulan Juli 2020. Namun demikian, untuk daerah yang berada di zona kuning, oranye, dan merah, dilarang melakukan pembelajaran tatap muka di satuan pendidikan. Satuan pendidikan pada zona-zona tersebut tetap melakukan belajar di rumah.

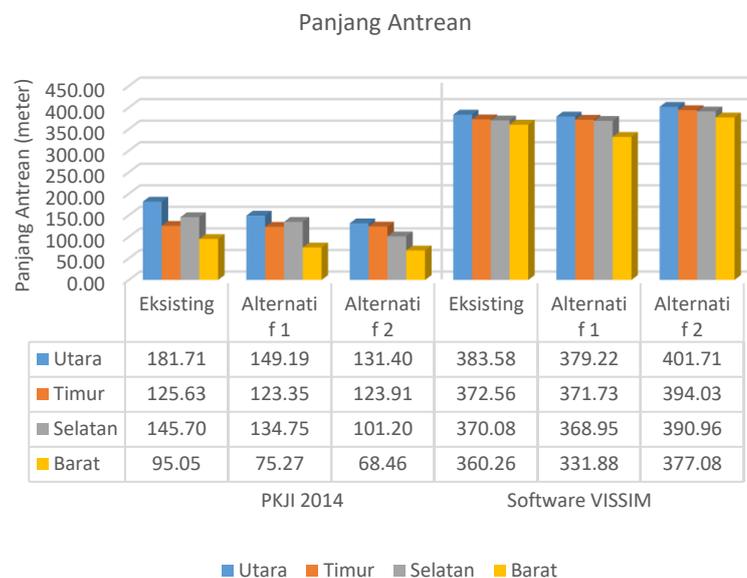
Lokasi penelitian ini berada di Kabupaten Sleman yang termasuk dalam zona merah (risiko tinggi), seperti yang disampaikan Pemda DIY melalui akun Instagram resminya @humasjogja, Kamis (1/10/2020). Berdasarkan peraturan kemendikbud tersebut, mengharuskan satuan pendidikan di wilayah kabupaten sleman untuk melakukan kegiatan belajar mengajar di rumah. Hal ini mengakibatkan berkurangnya mobilitas di jalan tersebut yang biasanya dipadati oleh mahasiswa dan peserta didik.

Jika penelitian ini dilaksanakan dalam kondisi normal tanpa pengaruh pandemi Covid-19 sebagaimana dijelaskan di atas, terdapat alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan pelayanan jalan. Alternatif yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut.

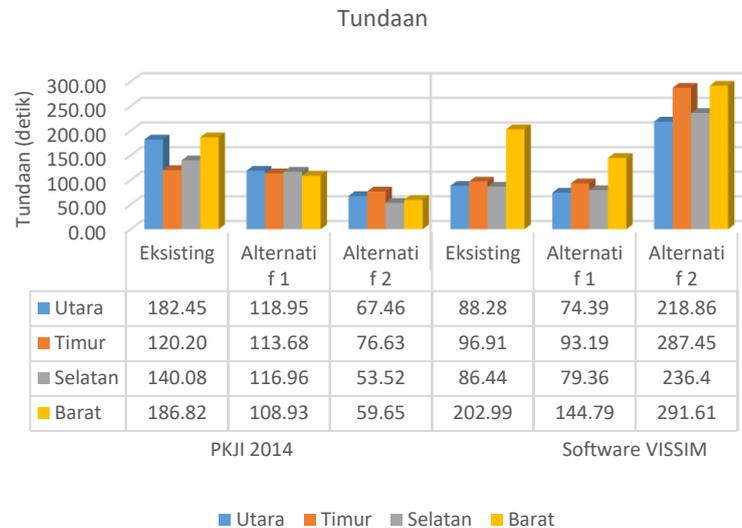
1. Alternatif I yaitu penyesuaian ulang waktu siklus, dan
2. Alternatif II yaitu perubahan fase.

5.5.2 Perbandingan Perhitungan PKJI 2014 dan *Software VISSIM*

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting dan alternatif solusi didapatkan perbedaan pada nilai tundaan dan panjang antrian pada perhitungan menggunakan PKJI 2014 dengan *Software VISSIM*. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23.



Gambar 5.22 Perbandingan Panjang Antrean Menggunakan PKJI 2014 dengan *VISSIM*



Gambar 5.23 Perbandingan Tundaan Menggunakan PKJI 2014 dengan VISSIM

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat perhitungan menggunakan PKJI 2014 didapatkan hasil yang lebih rendah dibanding dengan VISSIM, hal ini terjadi karena ada variabel yang digunakan dalam perhitungan PKJI 2014 namun tidak ada pada VISSIM, seperti faktor penyesuaian, begitu juga sebaliknya, ada variabel yang digunakan dalam VISSIM namun tidak ada pada PKJI 2014 seperti *driving behavior*. Pada perhitungan alternatif 2 menggunakan VISSIM terjadi peningkatan yang signifikan, hal ini dapat terjadi karena kemungkinan adanya kekeliruan dalam proses pemodelan alternatif 2.

5.5.3 Perbandingan Karakteristik dan Kinerja Simpang

Simpang Pogung memiliki permasalahan kemacetan pada semua lengan, permasalahan yang dihadapi berupa tundaan, panjang antrean, dan derajat jenuh yang cukup tinggi. Maka, diperlukan Alternatif untuk mengurangi nilai dari aspek-aspek tersebut.

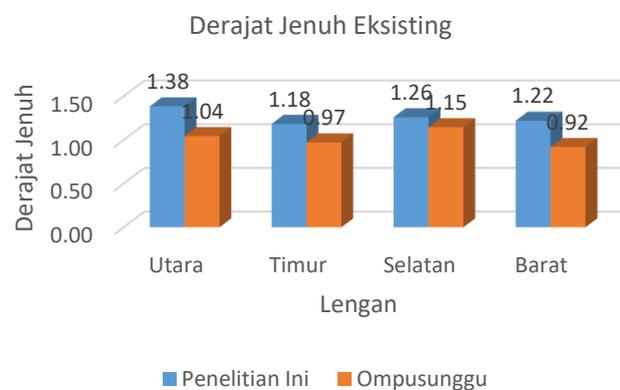
Alternatif I merupakan perancangan ulang waktu siklus baru didapatkan nilai waktu siklus sebesar 124 detik, dengan waktu hijau (Hi) pada lengan Utara 29 detik, Timur 26 detik, Selatan 27 detik, dan Barat 21 detik. Nilai derajat kejenuhan

(DJ) pada lengan Utara 1,213, Timur 1,157, Selatan 1,185, dan Barat 0,886. Alternatif I didapatkan nilai DJ untuk lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat lebih rendah dari analisis kondisi eksisting, namun masih lebih besar dari 0,85, nilai panjang antrean pada setiap lengan menurun dan untuk nilai tundaan rata-rata (D) pada setiap lengan menurun.

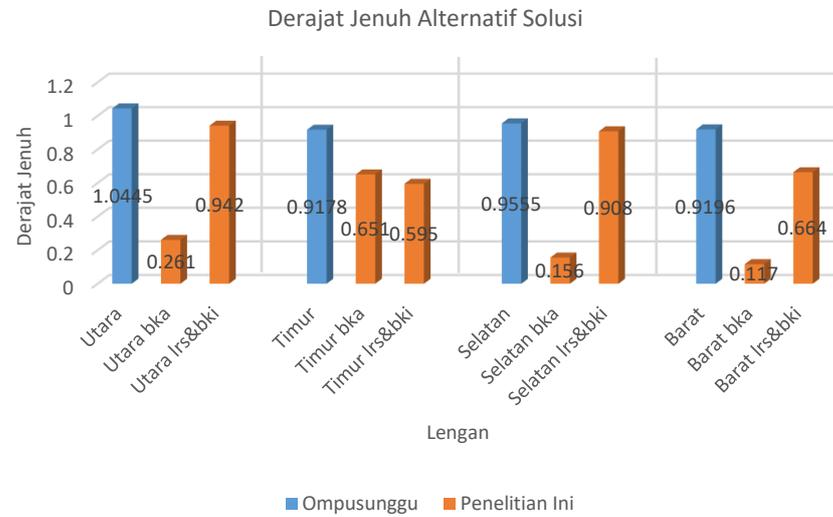
Alternatif II merupakan perancangan ulang waktu siklus baru dan perubahan fase. Pada pengaturan lampu lalu lintas, waktu siklus dari 122 detik berubah menjadi 102 detik, dengan waktu hijau (Hi) pada lengan Utara 26 detik, Timur 19 detik, Selatan 26 detik, Barat 19 detik, Utara bka 17 detik, Timur bka 20 detik, Selatan bka 17 detik, dan Barat bka 20 detik. Nilai derajat kejenuhan (DJ) pada lengan Utara 1,203, Timur 1,247, Selatan 1,064, dan Barat 0,781. Alternatif II didapatkan nilai DJ untuk lengan Utara, Selatan, dan Barat lebih rendah dari analisis kondisi eksisting sedangkan lengan Timur mengalami kenaikan, namun masih lebih besar dari 0,85, nilai panjang antrean pada setiap lengan menurun dan untuk nilai tundaan rata-rata (D) pada setiap lengan menurun.

5.5.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Evaluasi kinerja pada simpang Pogung sebelumnya telah dilakukan oleh Ompusunggu (2017). Dari hasil penelitian tersebut didapatkan perbedaan nilai derajat jenuh tahun 2017 dengan tahun 2020 naik signifikan.. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.24 – Gambar 5.25.



Gambar 5.24 Perbandingan Derajat Jenuh Eksisting dengan Penelitian Terdahulu

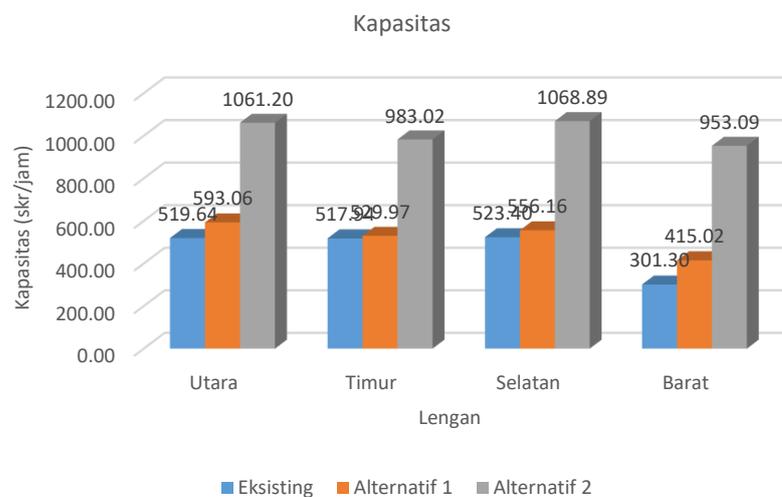


Gambar 5.25 Perbandingan Derajat Jenuh Alternatif Solusi dengan Penelitian Terdahulu

5.5.5 Prediksi Kinerja Masa Mendatang

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting dan alternatif solusi didapatkan perbedaan pada nilai kapasitas, tundaan, panjang antrean, dan derajat jenuh. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.26 – Gambar 5.29.

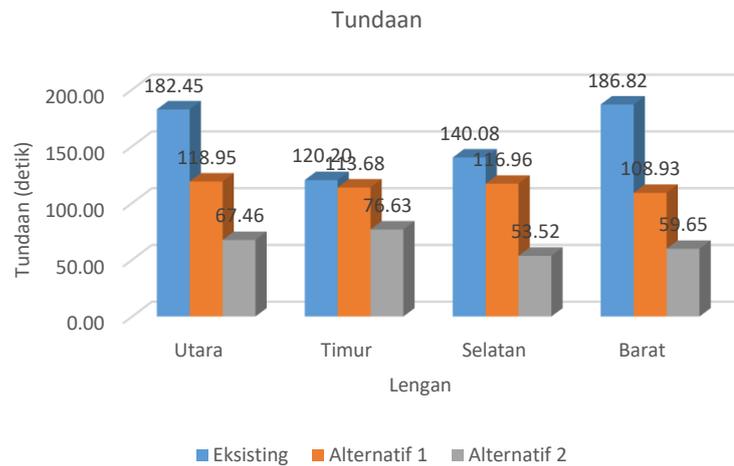
1. Kapasitas



Gambar 5.26 Perbandingan Kapasitas

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat pada Alternatif 2 menunjukkan peningkatan nilai kapasitas yang signifikan dibanding dengan Alternatif 1.

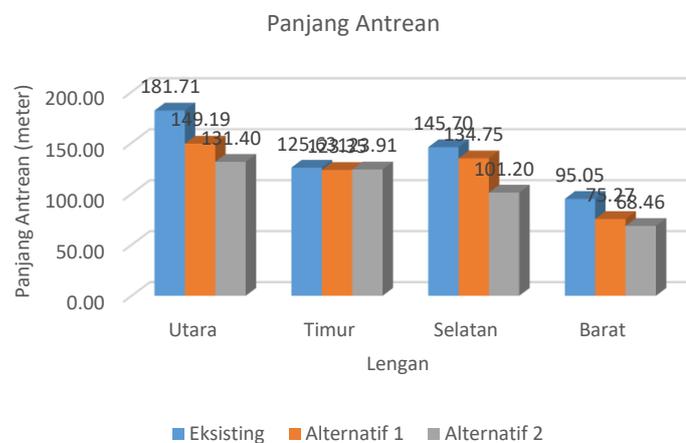
2. Tundaan (*Delay*)



Gambar 5.27 Perbandingan Tundaan

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat pada Alternatif 2 menunjukkan penurunan nilai tundaan yang signifikan dibanding dengan Alternatif 1.

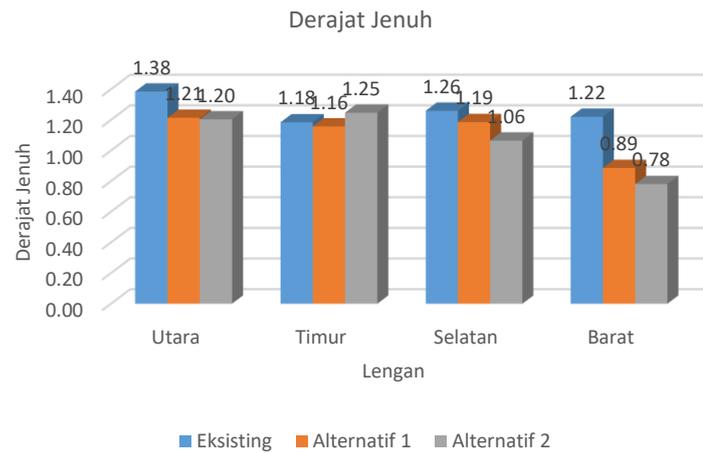
3. Panjang Antrean



Gambar 5.28 Perbandingan Panjang Antrean

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat pada Alternatif 2 menunjukkan penurunan nilai tundaan dibanding dengan Alternatif 1.

4. Derajat Jenuh



Gambar 5.29 Perbandingan Derajat Jenuh

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat pada Alternatif 2 menunjukkan penurunan nilai tundaan dibanding dengan Alternatif 1.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal Pogung adalah sebagai berikut.
 - a. Volume lalu lintas pada kondisi eksisting simpang bersinyal Pogung terjadi pada jam puncak sore pada pukul 15.30 – 16.30 WIB dengan nilai kapasitas untuk masing-masing lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat yaitu sebesar 520 skr/jam, 518 skr/jam, 524 skr/jam, 302 skr/jam.
 - b. Nilai derajat kejenuhan (DJ) yang terjadi pada simpang Pogung kondisi eksisting untuk lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat adalah sebesar 1,385, 1,184, 1,259, dan 1,220. Nilai derajat kejenuhan (DJ) pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat ($DJ > 0,85$) tidak memenuhi syarat Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014).
 - c. Panjang antrean kondisi eksisting yang terjadi pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat sebesar 181,71, 125,63, 145,70, dan 95,02 m.
 - d. Tundaan rata-rata kondisi eksisting yang terjadi pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat sebesar 182,45, 120,2, 140,08, dan 186,82 detik.

2. Terdapat perbedaan dari hasil perhitungan menggunakan PKJI 2014 dibanding dengan *VISSIM*, hal ini terjadi karena ada variabel yang digunakan dalam perhitungan PKJI 2014 namun tidak ada pada *VISSIM*, seperti faktor penyesuaian, begitu juga sebaliknya, ada variabel yang digunakan dalam *VISSIM* namun tidak ada pada PKJI 2014 seperti *driving behavior*.
3. Solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah terkait yang ada pada simpang bersinyal Pogung adalah Alternatif II yaitu perancangan ulang waktu siklus dan perubahan fase karena menghasilkan nilai derajat kejenuhan tundaan, dan panjang antrean lebih rendah dari kondisi eksisting maupun dari alternatif I. Pada alternatif ini fase belok kanan dua pendekat dibuat menjadi satu fase bersamaan yaitu pendekat Barat bersamaan dengan pendekat Timur dan pendekat Utara bersamaan dengan pendekat Selatan. Fase lurus dan belok kiri dua pendekat juga dibuat menjadi satu fase bersamaan yaitu pendekat Barat bersamaan dengan pendekat Timur dan pendekat Utara bersamaan dengan pendekat Selatan.

6.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang diharapkan dapat menjadi pertimbangan perbaikan agar kinerja simpang lebih optimal antara lain adalah:

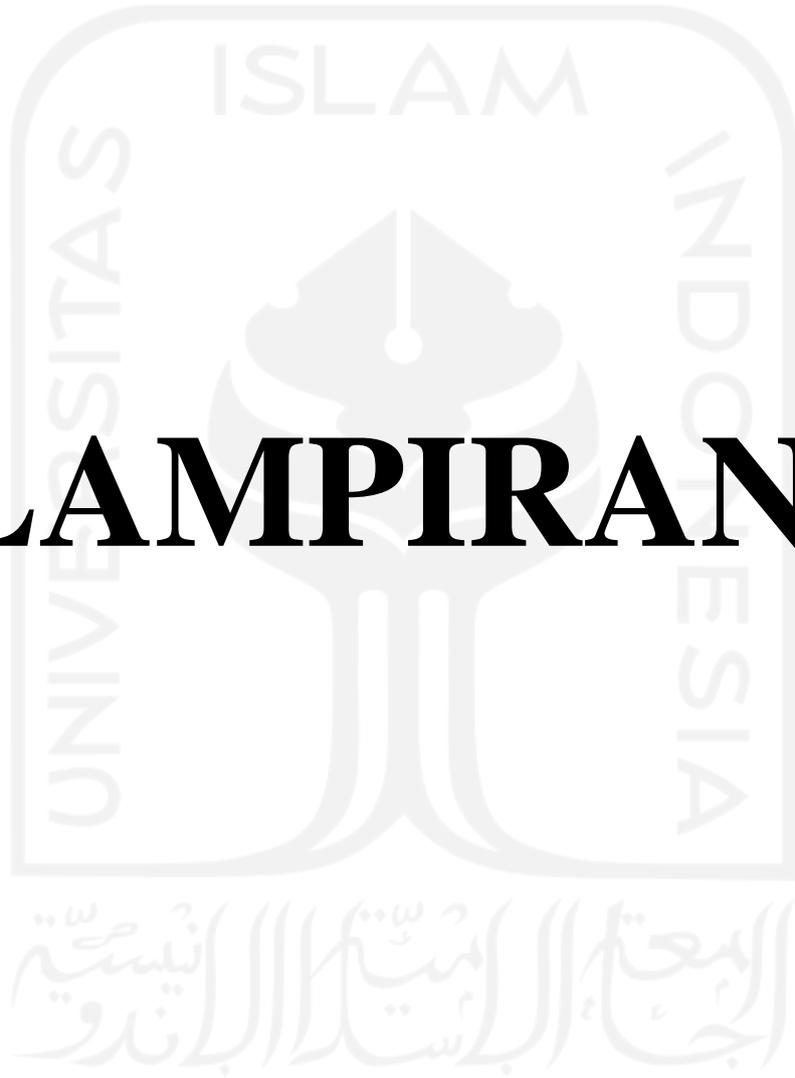
1. Perlu dilakukan evaluasi kinerja simpang diluar masa pandemi Covid – 19 agar dapat meningkatkan kinerja simpang dan mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi pada simpang.
2. Perlu dilakukan survei lalu lintas yang lebih akurat, seperti dilakukan dalam satu minggu penuh dan dengan rentang waktu survei yang lebih banyak, sehingga data lalu lintas yang didapatkan lebih mempresentasikan kondisi lalu lintas sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I Yogyakarta, 2020. *Jumlah Penduduk menurut Kabupaten/Kota di D.I Yogyakarta (Jiwa), 2010-2019.* (<https://yogyakarta.bps.go.id/dynamictable/2017/08/02/32/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-jiwa-.html>. Diakses 8 Mei 2020)
- Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta, 2019. *Jumlah Kendaraan di Jogja Trus Bertambah, Rekayasa Lalu Lintas Jadi Solusi.* (<https://dishub.jogjaprov.go.id/berita/jumlah-kendaraan-di-jogja-terus-bertambah-rekayasa-lalu-lintas-jadi-solusi>. Diakses 8 Mei 2020).
- Direktorat Jendral Bina Marga (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Penerbit Direktorat Kementerian Pekerjaan Umum Jakarta.
- Google Maps, 2019. Jalan Jembatan Baru UGM, Daerah Istimewa Yogyakarta. (<https://www.google.com/maps/place/Jl.+Jemb.+Baru+UGM,+Sinduadi,+Kec.+Mlati,+Kabupaten+Sleman,+Daerah+Istimewa+Yogyakarta+55284/@-7.7620954,110.3690731,19z/data=!4m5!3m4!1s0x2e7a5850fc451fe3:0x985309190c74364c!8m2!3d-7.7625459!4d110.3708755>. Diakses 19 April 2019).
- Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Ompusunggu. 2017. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jl Monjali – Jl Jembatan Baru UGM – Jl Jati Mataram – Jl Monjali) Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pambudi. 2017. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Bantul, *Ring Road Selatan*, Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Permana, Sukma Indah. 2020. *Sleman dan Gunungkidul Jadi Zona Merah Corona di DIY.* (<https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5195776/sleman-dan-gunungkidul-jadi-zona-merah-corona-di-diy>. Diakses 17 Februari 2021).
- Romadhona dan Fauzi. 2018. Analisis Dampak Gang pada Putaran Balik terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Affandi Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Rekayasa*. Vol. 3 No. 1. Sukabumi.
- Saputra, C. W. 2018. Rencana Pembangunan Underpass pada Persimpangan Kentungan, Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

- Setiawan. 2019. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan Raya Bogor – Jalan Jati Jakarta Timur dengan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. *Tugas Akhir*. Jakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Tamam. 2016. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor). *Jurnal Online Mahasiswa*. Vol. 1 No. 1. Bogor.
- Tungadewi. 2018. Evaluasi Kinerja Simpang Sebidang dan Simpang Susun dengan Metode Vissim (Studi Kasus : Simpang Condongcatur, Sleman, Yogyakarta). *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Utomo. 2016. Pemodelan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan di Yogyakarta (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Ring Road Utara, Monumen Jogja Kembali, Yogyakarta). *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Wisnumurti. 2019. Dampak Penutupan Permanen pada Perlintasan Kereta Api Lempuyangan Terhadap Ruas Jalan di Sekitarnya. *Tugas Akhir*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN 1



Tabel L-1.1 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Utara									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	35	156	36	29	42	5	0	2	0
06.45 – 07.00	39	142	32	33	35	11	0	1	0
07.00 – 07.15	37	177	24	30	31	8	1	0	0
07.15 – 07.30	41	181	33	35	40	8	0	2	0
07.30 – 07.45	44	197	32	43	53	6	0	2	0
07.45 – 08.00	77	268	38	36	44	10	0	0	0
08.00 – 08.15	71	233	48	27	34	16	2	2	0
08.15 – 08.30	72	201	25	30	31	9	2	2	0
08.30 – 08.45	78	180	25	41	51	7	0	1	1
08.45 – 09.00	72	170	30	29	11	22	1	1	0

Tabel L-1.2 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Timur									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	25	60	64	6	11	20	0	0	1
06.45 – 07.00	29	65	75	10	9	26	0	0	0
07.00 – 07.15	31	54	73	6	9	22	1	0	0
07.15 – 07.30	40	63	77	5	10	25	0	0	0
07.30 – 07.45	33	71	88	8	12	24	0	0	0
07.45 – 08.00	45	91	76	4	14	31	0	0	0
08.00 – 08.15	35	79	57	5	14	30	0	0	0
08.15 – 08.30	28	50	67	3	16	24	0	0	1
08.30 – 08.45	26	71	68	11	24	35	0	0	0
08.45 – 09.00	29	70	89	6	12	23	0	0	1

Tabel L-1.3 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Selatan									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	26	165	37	2	39	3	0	2	0
06.45 – 07.00	31	199	29	5	36	5	0	3	0
07.00 – 07.15	38	183	46	10	28	6	0	2	0
07.15 – 07.30	47	201	41	7	30	7	0	1	0
07.30 – 07.45	51	222	34	4	35	6	1	3	0
07.45 – 08.00	21	214	54	8	27	4	0	1	1
08.00 – 08.15	26	234	74	4	43	5	0	2	0
08.15 – 08.30	17	204	36	7	34	2	0	2	1
08.30 – 08.45	34	184	35	7	56	6	0	2	1
08.45 – 09.00	38	210	35	11	41	5	0	3	0

Tabel L-1.4 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Barat									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	29	166	55	4	21	16	0	0	0
06.45 – 07.00	26	171	64	8	19	11	0	2	0
07.00 – 07.15	22	154	77	3	23	10	0	1	2
07.15 – 07.30	20	151	63	6	21	9	1	1	1
07.30 – 07.45	19	170	61	5	25	7	0	0	0
07.45 – 08.00	24	188	83	10	31	8	0	0	0
08.00 – 08.15	30	132	85	3	22	9	0	1	1
08.15 – 08.30	32	168	56	5	17	19	0	0	0
08.30 – 08.45	32	164	73	8	20	7	0	1	1
08.45 – 09.00	21	140	61	4	9	31	0	2	0

Tabel L-1.5 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Utara									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	66	229	48	37	59	16	0	1	0
15.45 – 16.00	61	249	55	43	68	21	0	2	0
16.00 – 16.15	58	307	58	49	76	25	0	3	0
16.15 – 16.30	56	252	42	21	57	15	0	2	0
16.30 – 16.45	49	201	55	30	62	8	1	3	0
16.45 – 17.00	43	217	37	26	26	19	0	0	0
17.00 – 17.15	62	226	38	9	33	11	1	0	0
17.15 – 17.30	59	205	48	20	30	9	0	2	0
17.30 – 17.45	40	180	39	27	21	10	0	1	0
17.45 – 18.00	43	171	40	6	8	7	0	0	0

Tabel L-1.6 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Timur									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	50	177	143	9	27	42	0	0	0
15.45 – 16.00	49	154	174	11	23	51	0	0	1
16.00 – 16.15	67	191	197	7	35	67	0	0	2
16.15 – 16.30	64	172	189	7	30	55	0	0	1
16.30 – 16.45	58	161	154	4	21	71	0	0	2
16.45 – 17.00	63	98	128	6	20	41	0	0	0
17.00 – 17.15	43	155	140	5	14	30	0	0	0
17.15 – 17.30	44	110	126	7	26	26	0	0	2
17.30 – 17.45	44	112	126	10	19	23	0	0	0
17.45 – 18.00	49	123	115	4	12	29	0	0	0

Tabel L-1.7 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Selatan									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	41	301	49	18	71	9	0	2	0
15.45 – 16.00	57	335	53	14	87	7	0	1	0
16.00 – 16.15	56	347	61	11	73	11	0	3	0
16.15 – 16.30	48	304	55	17	71	5	0	1	0
16.30 – 16.45	54	288	43	6	82	6	1	2	0
16.45 – 17.00	39	238	38	10	71	7	0	0	0
17.00 – 17.15	51	265	43	4	67	8	1	2	0
17.15 – 17.30	60	248	52	9	51	5	1	2	0
17.30 – 17.45	37	213	45	13	53	4	0	2	0
17.45 – 18.00	44	230	45	4	64	10	0	0	0

Tabel L-1.8 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Senin, 21 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Barat									
Hari/ Tanggal : Senin / 21-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	39	126	41	16	37	7	0	0	0
15.45 – 16.00	45	131	48	14	35	2	0	0	2
16.00 – 16.15	48	147	54	19	49	9	1	0	0
16.15 – 16.30	36	120	63	11	25	5	0	0	0
16.30 – 16.45	37	135	49	8	31	6	0	0	1
16.45 – 17.00	37	120	58	12	20	9	0	0	0
17.00 – 17.15	36	108	62	8	20	4	0	0	0
17.15 – 17.30	21	133	44	6	27	2	0	0	0
17.30 – 17.45	31	102	31	7	119	9	0	0	0
17.45 – 18.00	25	115	49	10	45	9	1	0	0

Tabel L-1.9 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Utara									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	58	123	32	19	29	8	0	0	0
06.45 – 07.00	63	115	35	14	47	9	1	1	0
07.00 – 07.15	52	155	36	11	32	10	0	0	0
07.15 – 07.30	57	142	41	18	36	13	0	2	0
07.30 – 07.45	58	129	33	13	49	22	0	5	1
07.45 – 08.00	49	186	37	24	42	10	0	5	0
08.00 – 08.15	40	218	29	23	53	12	3	4	0
08.15 – 08.30	45	203	29	16	46	7	3	3	0
08.30 – 08.45	63	191	36	21	58	15	2	4	0
08.45 – 09.00	28	173	30	23	52	12	1	5	1

Tabel L-1.10 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Timur									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	23	65	68	4	6	13	0	0	0
06.45 – 07.00	25	83	66	4	14	8	0	0	0
07.00 – 07.15	23	57	73	3	9	16	0	0	0
07.15 – 07.30	33	66	49	1	15	22	1	0	0
07.30 – 07.45	26	72	69	5	14	11	0	1	1
07.45 – 08.00	25	63	66	3	18	13	0	0	2
08.00 – 08.15	37	66	50	4	10	22	0	1	1
08.15 – 08.30	35	61	66	9	11	19	0	0	0
08.30 – 08.45	34	77	62	7	18	16	1	1	2
08.45 – 09.00	41	63	60	6	22	17	1	0	1

Tabel L-1.11 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Selatan									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	31	211	37	8	24	4	0	3	0
06.45 – 07.00	33	158	45	7	24	2	0	2	0
07.00 – 07.15	24	174	35	15	49	2	0	2	0
07.15 – 07.30	25	162	51	4	47	1	0	3	1
07.30 – 07.45	25	188	32	19	38	1	0	4	0
07.45 – 08.00	30	205	47	6	41	2	0	1	0
08.00 – 08.15	26	181	52	7	57	6	1	3	0
08.15 – 08.30	38	155	38	3	57	2	0	5	0
08.30 – 08.45	27	185	53	6	52	3	0	8	0
08.45 – 09.00	17	184	35	8	39	3	1	3	1

Tabel L-1.12 Volume Lalu Lintas Periode Pagi (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Barat									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
06.30 – 06.45	22	171	53	4	7	8	0	1	0
06.45 – 07.00	17	170	65	7	16	6	0	0	0
07.00 – 07.15	26	99	54	6	16	11	0	1	0
07.15 – 07.30	26	108	76	2	6	5	0	2	0
07.30 – 07.45	31	102	71	4	17	8	1	2	0
07.45 – 08.00	30	121	65	5	13	2	1	0	0
08.00 – 08.15	18	73	67	12	16	9	1	4	2
08.15 – 08.30	22	102	54	6	16	8	0	1	1
08.30 – 08.45	37	107	74	13	19	15	0	1	0
08.45 – 09.00	32	94	66	8	18	11	1	1	1

Tabel L-1.13 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Utara									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	53	175	29	24	48	18	0	1	0
15.45 – 16.00	49	180	33	24	59	19	0	1	0
16.00 – 16.15	66	242	37	37	52	21	0	2	0
16.15 – 16.30	58	266	35	26	66	13	0	0	0
16.30 – 16.45	60	286	41	24	77	16	0	2	0
16.45 – 17.00	64	219	24	18	51	10	0	0	1
17.00 – 17.15	49	228	43	15	61	8	1	0	1
17.15 – 17.30	40	238	48	25	52	10	0	3	0
17.30 – 17.45	62	245	34	23	31	11	1	0	0
17.45 – 18.00	67	230	39	28	42	19	0	1	0

Tabel L-1.14 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Timur									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	48	117	101	8	15	33	0	0	0
15.45 – 16.00	49	125	118	11	19	38	0	0	0
16.00 – 16.15	33	92	122	9	22	28	0	0	1
16.15 – 16.30	69	107	113	10	29	30	0	0	0
16.30 – 16.45	42	111	91	6	27	44	0	0	0
16.45 – 17.00	55	107	124	6	19	42	0	0	2
17.00 – 17.15	53	104	78	4	7	33	0	0	1
17.15 – 17.30	61	138	101	5	15	15	0	0	1
17.30 – 17.45	47	85	96	15	20	28	0	0	0
17.45 – 18.00	57	87	65	11	30	31	0	0	1

Tabel L-1.15 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Selatan									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	37	242	44	4	59	6	0	0	0
15.45 – 16.00	45	256	52	7	60	5	0	0	0
16.00 – 16.15	62	277	43	15	77	3	0	2	0
16.15 – 16.30	73	280	68	4	79	13	0	1	0
16.30 – 16.45	67	243	55	9	63	8	0	3	1
16.45 – 17.00	39	218	48	16	48	8	1	1	0
17.00 – 17.15	40	214	64	5	56	9	1	2	0
17.15 – 17.30	37	188	39	4	40	5	0	2	0
17.30 – 17.45	21	196	54	3	96	5	0	1	0
17.45 – 18.00	31	173	31	13	46	6	0	1	0

Tabel L-1.16 Volume Lalu Lintas Periode Sore (Sabtu, 19 September 2020)

Lokasi : Simpang Pogung									
Lengan : Barat									
Hari/ Tanggal : Sabtu / 19-09-2020									
WAKTU	TIPE KENDARAAN								
	SM (kend./jam)			KR (kend./jam)			KB (kend./jam)		
	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}	B_{kij}	Lrs	B_{ka}
15.30 – 15.45	40	131	43	13	21	11	0	0	0
15.45 – 16.00	37	137	52	12	29	13	0	0	0
16.00 – 16.15	49	166	30	16	27	7	0	0	0
16.15 – 16.30	56	168	49	10	49	9	0	0	0
16.30 – 16.45	44	155	69	9	46	5	0	0	0
16.45 – 17.00	47	134	44	12	33	6	0	0	1
17.00 – 17.15	34	130	44	14	31	6	1	0	1
17.15 – 17.30	39	98	52	8	25	5	0	0	1
17.30 – 17.45	24	100	62	8	25	7	0	0	0
17.45 – 18.00	40	70	47	12	31	5	0	0	0

LAMPIRAN 2





Gambar L-2.1 Pengambilan Data Lalu Lintas



Gambar L-2.2 Pengambilan Data Lalu Lintas