

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL
SAMIRONO, YOGYAKARTA**

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



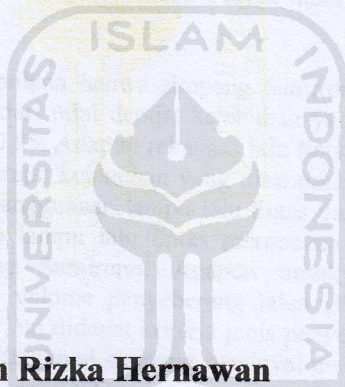
**Brian Rizka Hernawan
07.511.075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2012**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL
SAMIRONO, YOGYAKARTA**

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



**Brian Rizka Hernawan
07.511.075**

Disahkan Oleh:

Pembimbing I:

(Ir. Subarkah, MT)

Tanggal: 03-05-2012

Pembimbing II:

(Rizki Budi Utomo, ST, MT)

Tanggal: 03-05-2012

Ketua Jurusan:



(Ir. Suharyatmo, MT)

Tanggal: 4/5/2012

ABSTRAK

Bertambahnya jumlah pendatang di Yogyakarta menyebabkan jumlah kendaraan pribadi meningkat. Hal ini menyebabkan kemacetan di berbagai ruas jalan, salah satunya di simpang Samirono. Simpang Samirono merupakan kawasan dengan aktivitas cukup padat. Pada simpang ini sering terjadi kemacetan, terutama pada jam sibuk. Pada simpang ini juga banyak penyeberang jalan baik pejalan kaki maupun kendaraan bermotor menyebabkan simpang ini rawan terjadi kecelakaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan adanya penelitian untuk mengetahui kinerja simpang Samirono berdasarkan MKJI 1997 dan menentukan jenis fasilitas penyeberangan jalan yang sesuai berdasarkan volume penyeberang jalan dan volume kendaraan bermotor.

Cara penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survei di lapangan untuk mendapatkan data primer maupun data sekunder yang kemudian diolah dengan menggunakan manajemen simpang. Perencanaan menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan analisis kriteria jenis penyeberangan jalan menggunakan metode yang terdapat dalam buku tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan. Data lalu lintas diperoleh dengan menghitung jumlah kendaraan di lapangan yang dilakukan selama 3 hari (14, 17, 19 Desember 2011) pada jam-jam sibuk dan disajikan dalam bentuk tabel data kendaraan dan data penyeberangan.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa simpang Samirono memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) = 1,292. Nilai ini jauh dari nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal yaitu 0,85. Adapun rekayasa lalu lintas yang dilakukan sebagai alternatif belum dapat mencapai nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997. Oleh karena itu, dilakukan alternatif dengan penggunaan lampu lalu lintas dan menghasilkan DS rata-rata sebesar 0,81, sehingga pemasangan lampu lalu lintas merupakan alternatif terbaik dalam pemecahan masalah kapasitas simpang Samirono. Adapun untuk analisis kriteria jenis penyeberangan jalan yang mempunyai volume penyeberang jalan (P) = 262 orang/jam dan volume lalu lintas (V) = 3175 kendaraan/jam didapat kriteria jenis penyeberangan berupa *pelican crossing*. Kemudian dikombinasikan waktu sinyal simpang bersinyal dengan waktu hijau *pelican* didapatkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,82.

Kata Kunci : Simpang Tak Bersinyal, *Pelican Crossing*, Derajat Kejenuhan, Simpang Samirono.

ABSTRACT

Increasing the number of arrivals in Yogyakarta causes increasing number of private vehicles. This causes congestion in many roads, especially the intersection of Samirono. Samirono intersection is placed on the area with fairly heavy activities. The congestion is always occurs in this intersection, especially during rush hour. There are many crossing movements between pedestrians and vehicles that cause accidents. To overcome these problems, it is necessary to determine the performance of Samirono intersection based MKJI 1997 and specify the type of pedestrian crossing facilities are appropriate based on the volume of pedestrian and vehicles.

The research is done by conducting surveys in the field to obtain primary data and secondary data which will be processed using the intersection of management. The planning is use the MKJI 1997 reference and analisis of pedestrian that crossing road is using the book of pedestrian fasility planning in the urban area. Traffic data obtained by counting the number of vehicles in the field conducted for 3 days (14, 17, 19 December 2011) at peak hour and the data presented in tabular form.

From the analysis it can be concluded that the intersection has the degree of saturation Samirono (DS) = 1.292. This value is far from the value suggested by the degree of saturation MKJI 1997 to the intersection that is not higher than 0.85. The traffic engineering performed as an alternative has not been able to achieve the highest degree of saturation is suggested by MKJI 1997. So, it can be soluted by using traffic signal and produce the average DS of 0.81, so the installation of traffic signal is the best alternative to solve this capacity problem of the intersection of Samirono. The type of pedestrian crossing that choosed with the pedestrian volume (P) = 262 people / hour and the traffic volume (V) = 3175 vehicles / hour is pelican crossing type. Then the intersection signal signal timing combined with the green pelican obtained the degree of saturation by an average of 0.82.

Keywords: unsignalized intersection, Pelican Crossing, Degree of Saturation, Intersection Samirono

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas selesainya tugas akhir yang berjudul Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Samirono, Yogyakarta. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penulisan tugas akhir ini banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik serta dorongan dari berbagai pihak, alhamdulillah tugas akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan isi, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Rizki Budi Utomo, ST, MT, selaku dosen pembimbing II.
4. Bapak Dr. Ir. Soekarno, SU, selaku dosen penguji.
5. Kedua orang tuaku Bapak Kuswanto, S.Pd dan Ibu Sri Supadmi dan ade-ade ku Arbi Fremada dan Dian Arya Nugraha yang selalu mendoakan dan mendukung serta mengingatkan hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Nesti Ardhiyani terimakasih bantuannya selama ini, yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman sipil 2007 terimakasih telah banyak membantu.
8. Pihak-pihak yang terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Mei 2012

Brian Rizka Hernawan

07.511.075

DAFTAR ISI

Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.5 BATASAN PENELITIAN	5
1.6 LOKASI PENELITIAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 SIMPANG JALAN	7
2.2 SIMPANG BERSINYAL	7
2.3 JENIS SIMPANG TAK BERSINYAL	8
2.3.1 Simpang Dengan Rambu <i>Yield</i> (<i>Yield Sign Control</i>)	8
2.3.2 Simpang Dengan Rambu <i>Stop</i> (<i>Stop Sign Control</i>)	9
2.4 SIMPANG BERSINYAL	9
2.5 SINYAL	10
2.6 KAPASITAS	10

2.7	KARAKTERISTIK PENYEBERANG JALAN	11
2.8	PENELITIAN TERDAHULU	11
BAB III LANDASAN TEORI		
3.1	PERENCANAAN SIMPANG TAK BERSINYAL	14
	3.1.1 Data Masukan	14
	3.1.2 Kapasitas	19
	3.1.3 Perilaku Lalu Lintas	25
3.2	PERENCANAAN SIMPANG BERSINYAL	29
	3.2.1 Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan	29
	3.2.2 Lebar Pendekat dan Tipe Pendekat	29
	3.2.3 Arus Lalu Lintas	30
	3.2.4 Arus Jenuh	30
	3.2.5 Penentuan Fase Sinyal dan Waktu Hijau	37
3.3	METODE UMUM KRITERIA PENYEBERANGAN	39
BAB IV METODE PENELITIAN		
4.1	JENIS PENELITIAN	41
4.2	CARA PENGAMBILAN SAMPEL	41
4.3	CARA PENGUMPULAN DATA	41
	4.3.1 Lokasi Penelitian	43
	4.3.2 Survei Pendahuluan	43
	4.3.3 Alat-Alat Penelitian	43
	4.3.4 Persiapan Survei Di Lapangan	43
	4.3.5 Pelaksanaan Survei	45
4.4	ANALISIS DATA	45
4.5	BAGAN ALIR PENELITIAN	47
BAB V ANALISIS DATA		
5.1	DATA MASUKAN	48
5.2	PERHITUNGAN KAPASITAS	51

5.3	PERILAKU LALU LINTAS	54
5.4	ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	56
	5.4.1 Alternatif I	57
	5.4.2 Alternatif II	62
	5.4.3 Analisis Simpang Bersinyal	67
5.5	ANALISIS KRITERIA JENIS PENYEBERANGAN JALAN ...	80
	5.5.1 Penetapan Periode Pada <i>Pelican Crossing</i>	82
	5.5.2 Kombinasi Waktu Hijau <i>Pelican Crossing</i> Dengan Waktu Sinyal Simpang Bersinyal	85
 BAB VI SIMPULAN DAN SARAN		
6.1	SIMPULAN	89
6.2	SARAN	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN		93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirono (Lengan Timur)	2
Gambar 1.2	Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirono (Lengan Timur)	2
Gambar 1.3	Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirono (Lengan Barat)	3
Gambar 1.4	Denah Lokasi Penelitian di Simpang Samirono	3
Gambar 1.5	Lokasi Penelitian di Simpang Samirono	6
Gambar 3.1	Contoh Sketsa Data Masukan Geometrik	14
Gambar 3.2	Lebar Rata-rata Pendekat	15
Gambar 3.3	Grafik Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)	20
Gambar 3.4	Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})	23
Gambar 3.5	Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})	24
Gambar 3.6	Grafik Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})	24
Gambar 3.7	Grafik Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT_1)	27
Gambar 3.8	Grafik Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})	28
Gambar 3.9	Grafik Tundaan Peluang Antrian ($QP\%$)	29
Gambar 3.10	Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah	32
Gambar 3.11	Dengan Lajur Belok Kanan Terpisah	33
Gambar 3.12	Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)	35
Gambar 3.13	Faktor Koreksi Parkir (F_P)	35
Gambar 3.14	Faktor Koreksi Belok kanan (F_{RT})	36
Gambar 3.15	Faktor Koreksi Belok kiri (F_{LT})	36
Gambar 4.1	Bagan Alir Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal	46
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	47
Gambar 5.1	Sketsa Kondisi Geometrik	48
Gambar 5.2	Kondisi Geometrik Simpang Alternatif I	57
Gambar 5.3	Kondisi Geometrik Simpang Alternatif II	62
Gambar 5.4	Fase 1 (Utara dan Selatan)	70
Gambar 5.5	Fase 2 (Timur)	70

Gambar 5.6	Fase 3 (Barat)	71
Gambar 5.7	Diagram Waktu Sinyal	79
Gambar 5.8	Waktu siklus Pengoperasian Penyeberangan <i>Pelican</i>	84
Gambar 5.9	Diagram Waktu Sinyal simpang Bersinyal dan <i>Pelican</i>	87



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Hubungan Lebar Pendekat dengan Jumlah Lajur	16
Tabel 3.2	Tipe-tipe Persimpangan	16
Tabel 3.3	Tipe-tipe Median	17
Tabel 3.4	Kelas Ukuran Kota	18
Tabel 3.5	Kapasitas Dasar (C_0) dan Tipe Persimpangan	20
Tabel 3.6	Faktor Koreksi Lebar Pendekat (F_W)	21
Tabel 3.7	Faktor Koreksi Median Jalan Utama (F_M)	21
Tabel 3.8	Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})	22
Tabel 3.9	Faktor Koreksi Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	22
Tabel 3.10	Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})	25
Tabel 3.11	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})	34
Tabel 3.12	Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})	34
Tabel 3.13	Kriteria Jenis Penyeberangan	40
Tabel 5.1	Data Lengan Sempang	49
Tabel 5.2	Volume Jam Puncak Sempang	50
Tabel 5.3	Hasil Pengolahan Data pada Kondisi Awal	56
Tabel 5.4	Hasil Pengolahan Data pada Alternatif I	61
Tabel 5.5	Hasil Pengolahan Data pada Alternatif II	67
Tabel 5.6	Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Sempang Samirono	69
Tabel 5.7	Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok di Sempang Samirono	69
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan SIG – IV untuk Semua Pendekat	76
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan SIG – V untuk Semua Pendekat	78
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas, Kapasitas dan derajat Kejenuhan	78
Tabel 5.11	Hasil Analisis Kinerja Lalu Lintas	79

Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Waktu Sinyal Lampu Lalu Lintas	79
Tabel 5.13	Rangkuman Analisis Simpang Tak Bersinyal dan Simpang Bersinyal pada Jam Puncak	80
Tabel 5.14	Data Volume jam Puncak	81
Tabel 5.15	Pengoperasian Penyeberangan <i>Pelican</i>	82
Tabel 5.16	Data Jumlah Penyeberang Tanpa <i>Pelican Crossing</i> per siklus	84
Tabel 5.17	Hasil Perhitungan Waktu Sinyal Lampu Lalu Lintas	85
Tabel 5.18	Hasil Perhitungan Nilai Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)	86
Tabel 5.19	Rangkuman Data Jumlah Penyeberang	87
Tabel 5.20	Rangkuman Analisis Fasilitas Penyeberangan	88
Tabel 5.21	Rangkuman Pengoperasian Penyeberangan <i>Pelican</i>	88



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Volume Arus Lalu Lintas	93
Lampiran 2	Eksisting dan Alternatif Kinerja Simpang Tak Bersinyal	132
Lampiran 3	Alternatif Kinerja Simpang Bersinyal	138
Lampiran 4	Volume Penyeberangan dan Volume Lalu Lintas (Jln. Colombo)	143
Lampiran 5	Alternatif Kinerja simpang Bersinyal dengan Waktu Hijau Pelican	167



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

emp	=	Ekivalensi mobil penumpang, yaitu faktor dan berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar dan antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan
smp	=	Satuan mobil penumpang, yaitu satuan arus lalu lintas dan berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp.
W_1	=	Lebar rata-rata semua pendekat, yaitu lebar efektif rata-rata untuk semua pendekat pada persimpangan jalan (m).
W_{AC}	=	Lebar rata-rata pendekat minor (m).
IT	=	Tipe simpang, yaitu kode untuk jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama simpang tersebut.
LT	=	Belok kiri
LTOR	=	Indeks untuk lalu lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
ST	=	Lurus
RT	=	Belok kanan
P_{RT}	=	Rasio untuk lalu lintas yang belok kekanan.
P_{LT}	=	Rasio untuk lalu lintas yang belok ke kiri.
Q	=	Arus lalu lintas (kend/jam, smp/jam).

- Q_{TOT} = Arus total (kend/jam, smp/jam).
- Q_{UM} = Arus kendaraan tak bermotor (kend/jam).
- P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor, yaitu rasio antara kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor pada persimpangan.
- Q_{MA} = Arus total jalan utama, yaitu jumlah arus total yang masuk dari jalan utama (kend/jam, smp/jam).
- Q_{MI} = Arus total jalan minor, yaitu jumlah kendaraan total yang masuk dari jalan minor (kend/jam, smp/jam).
- P_{MI} = Rasio arus jalan minor, yaitu rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total.
- C_o = Kapasitas dasar, yaitu kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya (smp/jam).
- F_w = Faktor penyesuaian lebar masuk, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan.
- F_M = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama.
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota.
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

F_{LT}	= Faktor penyesuaian belok kiri, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat belok kiri.
F_{RT}	= Faktor penyesuaian belok kanan, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat belok kanan.
F_{MI}	= Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor, yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor.
HV	= <i>Heavy vehicle</i> , yaitu kendaraan berat.
LV	= <i>Light vehicle</i> , yaitu kendaraan ringan.
MC	= <i>Motor cycle</i> , yaitu sepeda motor.
UM	= <i>Unmotorized</i> , kendaraan tak bermotor.
Type O	= Arus berangkat terlawan
Type P	= Arus berangkat terlindung
S	= Arus jenuh, yaitu besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
So	= Arus jenuh dasar, yaitu besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).
DS	= Derajat kejenuhan, yaitu rasio dan arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
FR	= Rasio arus terhadap arus jenuh (Q/S) dan suatu pendekat.
IFR	= Jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.
PR	= Rasio fase, yaitu rasio kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

- C = Kapasitas, yaitu arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.
- F = Faktor penyesuaian, yaitu faktor koreksi untuk penyesuaian dan nilai ideal ke nilai sebenarnya dan suatu variabel.
- D = Tundaan, yaitu waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang.
- QL = Panjang antrian (m).
- NQ = Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend/smp).
- NS = Angka henti, yaitu jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian).
- Psv = Rasio kendaraan terhenti, yaitu rasio dan arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.
- W_A = Lebar pendekat (m).
- W_{MASUK} = Lebar masuk (m).
- W_{KELUAR} = Lebar keluar (m).
- W_e = Lebar efektif (m).
- COM = Komersial, yaitu tata guna lahan komersial dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- RES = Pemukiman, yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

- RA = Akses terbatas, yaitu jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali.
- CS = Ukuran kota, yaitu jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.
- SF = Hambatan samping, yaitu interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan disamping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekatan.
- c = Waktu siklus, yaitu waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal (detik).
- g = Waktu hijau (detik).
- GR = Rasio hijau.
- All red* = Waktu merah semua, yaitu waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekatan-pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (det.)
- IG = Waktu antar hijau. yaitu periode kuning ditambah dengan merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det.).
- LTI = Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar-hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dan beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kota Yogyakarta adalah salah satu kota besar di Pulau Jawa yang merupakan ibu kota dan pusat pemerintahan Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta dikenal sebagai kota pariwisata dan kota pelajar. Seiring dengan bertambah banyaknya jumlah pendatang dan meningkatnya perekonomian yang terjadi di Prov. DIY, peningkatan kendaraan pribadi tidak dapat dihindari lagi. Hal ini berdampak pada timbulnya masalah-masalah yang berupa kemacetan, tundaan, antrian dan lain-lain pada simpang jalan di Yogyakarta. Untuk menanggulangi masalah tersebut, perlu pengaturan lalu lintas lebih lanjut agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna jalan yang semakin meningkat.

Simpang Samirono merupakan salah satu simpang di Yogyakarta yang merupakan pertemuan antara Jalan Colombo, Jalan Karang Malang dan Jalan Samirono. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa pada simpang tersebut sering terjadi kemacetan, terutama pada jam sibuk. Hal ini terjadi karena pada simpang tersebut merupakan jalan yang melewati kawasan dengan aktivitas cukup padat, antara lain kawasan kampus, pemukiman dan pertokoan. Pada simpang samirono ini juga aktivitas penyeberang jalan baik pejalan kaki maupun kendaraan bermotor menyebabkan simpang ini rawan terjadi kecelakaan. Padatnya arus penyeberangan dari arah Selatan ke Utara terjadi pada pagi hari. Hal ini disebabkan karena kebanyakan mahasiswa yang bertempat tinggal di daerah Samirono menuju ke kawasan kampus (Universitas Negeri Yogyakarta) melewati simpang tersebut untuk melakukan aktifitas perkuliahan. Sedangkan pada sore hari, arus penyeberangan padat terjadi dari arah Utara ke Selatan. Hal ini bertepatan dengan berakhirnya aktivitas kampus.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dianalisis kinerja simpang tak bersinyal Samirono. Hal ini dilakukan sebagai bentuk usaha untuk mendapatkan solusi untuk mengatasi konflik yang terjadi pada simpang tersebut.

Kondisi simpang tak bersinyal Samirono, Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 1.1 – 1.3 berikut ini. Sedangkan gambar geometri simpang dapat dilihat pada Gambar 1.4.



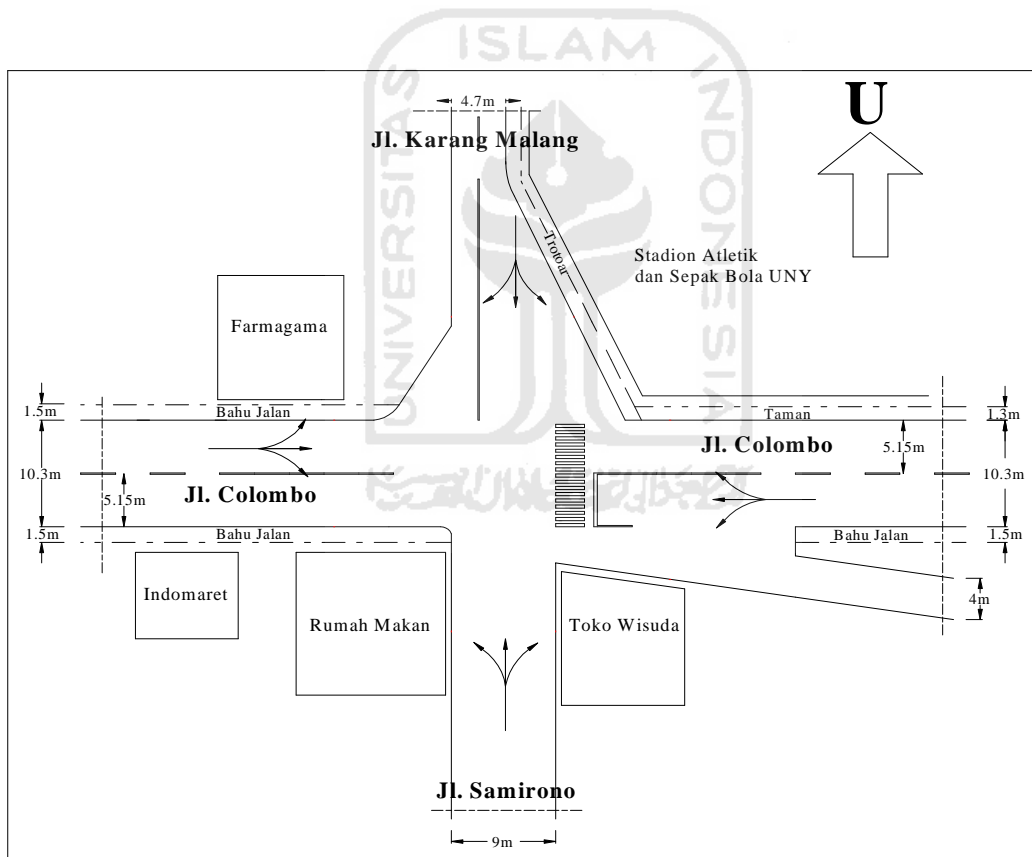
Gambar 1.1 Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirono (Lengan Timur)



Gambar 1.2 Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirono (Lengan Timur)



Gambar 1.3 Kondisi Lalu Lintas di Simpang Samirano (Lengan Barat)



Gambar 1.4 Denah Lokasi Penelitian di Simpang Samirano
(Tanpa Skala)

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana kinerja simpang tak bersinyal Samirono tersebut bila dianalisis dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997)?
2. Apabila kinerja yang dihasilkan kurang baik, bagaimana cara meningkatkan kinerja simpang tersebut?
3. Jenis fasilitas penyeberangan apakah yang sesuai berdasarkan volume penyeberang jalan dan volume kendaraan bermotor, serta sesuaikan dengan standar keamanan dan kenyamanan bagi penyeberang jalan?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

- 1 menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di simpang Samirono dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997),
- 2 menentukan alternatif yang tepat untuk memecahkan masalah pada simpang tak bersinyal tersebut berdasarkan MKJI 1997, dan
- 3 menentukan jenis fasilitas penyeberang jalan yang sesuai berdasarkan volume penyeberang jalan dan volume kendaraan bermotor, serta dengan standar keamanan dan kenyamanan bagi penyeberang jalan.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah khasanah empiris yang ada dalam buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
2. Memberikan masukan pada Dinas Perhubungan dan instansi-instansi yang terkait dalam upaya membenahi lalu lintas khususnya pada lokasi yang diteliti.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Agar penelitian tidak meluas dan dapat terarah sesuai dengan tujuan peneliti, maka diberikan batasan-batasan penelitian ini yang meliputi hal-hal berikut ini.

1. Lokasi penelitian yaitu di simpang tak bersinyal Samirono (Jalan Colombo, Jalan Karang Malang dan Jalan Samirono), Yogyakarta.
2. Penelitian dilakukan selama 3 (tiga) hari, yaitu pada hari Senin, Rabu dan Sabtu. Waktu pengambilan data adalah pada pagi hari pukul 06:30 – 09:30 WIB dan pada sore hari pukul 15:00 – 18:00 WIB.
3. Penelitian dilakukan pada volume lalu lintas seluruh lengan, pejalan kaki, pengguna sepeda dan pengguna kendaraan bermotor yang menyeberangi jalan.
4. Penelitian dilakukan pada saat cuaca cerah.
5. Metode yang dilakukan dalam penelitian kinerja simpang tak bersinyal ini menggunakan metode MKJI 1997, sedangkan analisis kriteria penyeberangan jalan menggunakan metode yang terdapat dalam buku tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan.

1.6 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah di simpang tak bersinyal Samirono, Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.5 berikut ini.



Gambar 1.5 Lokasi Penelitian di Simpang Samirono

Sumber: Google Maps



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 SIMPANG JALAN

Menurut Hobbs (1995), simpang jalan adalah simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat/lengan, tempat arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan berpecah meninggalkan simpang. Simpang jalan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dan kendaraan lainnya ataupun dan pejalan kaki.

Menurut Alamsyah (2005), persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), pengaturan lalu lintas dalam simpang tak bersinyal dibedakan menjadi dua (2) jenis yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan. Dalam hal ini, simpang jalan merupakan tempat yang sangat rawan terhadap kecelakaan yang disebabkan karena terjadinya konflik antara kendaraan dan kendaraan yang lainnya ataupun antara kendaraan dan pejalan kaki. Oleh karena itu, aspek yang sangat penting dalam hal ini ialah pengendalian lalu lintas.

2.2 SIMPANG TAK BERSINYAL

Menurut Munawar (2006), simpang tak bersinyal diterapkan apabila arus lalu lintas di jalan minor dan pergerakan membelok relatif kecil. Namun apabila arus lalu lintas di jalan utama sangat tinggi sehingga resiko kecelakaan bagi pengendara di jalan minor meningkat (akibat terlalu berani dalam mengambil *gap* yang kecil), maka perlu dipertimbangkan adanya lampu lalu lintas.

Jika kedua jalan mempunyai tingkat yang sama (tidak ada jalan utama ataupun jalan minor), maka aturan di Indonesia menyebutkan bahwa kendaraan

harus memberikan prioritas kepada kendaraan lain yang datang tegak lurus dari sebelah kirinya.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), pada umumnya simpang tak bersinyal dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari sebelah kiri) digunakan di daerah pemukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk pesimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan/atau fungsi jalan yang berbeda, lalu lintas pada jalan minor harus diatur dengan tanda *yield* atau *stop*.

2.3 JENIS SIMPANG TAK BERSINYAL

Menurut Munawar (2006) pada simpang tak bersinyal, arus lalu lintas dari jalan yang tidak diprioritaskan diatur dengan rambu-rambu *stop* atau *yield* (hati-hati). Rambu-rambu ini mengingatkan pengemudi dari jalan minor agar berhati-hati dalam memilih celah untuk memotong arus lalu lintas jalan utama, sebelum melakukan gerakan-gerakan belok kiri, belok kanan atau lurus di simpang tersebut.

2.3.1 Simpang Dengan Rambu *Yield* (*Yield Sign Control*)

Menurut Alamsyah (2005), pengaturan dengan rambu *yield* ini digunakan untuk melindungi arus lalu lintas dari salah satu ruas jalan pada dua ruas jalan yang saling berpotongan tanpa arus berhenti sama sekali. Sehingga pengendara tidak terlalu terhambat bila dibandingkan dengan pengaturan stop sign.

Rambu *yield* juga digunakan pada simpang yang diatur dengan kanalisasi yang digunakan untuk mengatur kendaraan belok kiri pada lajur percepatan terutama bila lajur percepatan tersebut kurang panjang.

2.3.2 Simpang Dengan Rambu *Stop* (*Stop Sign Control*)

Menurut Alamsyah (2005), pengaturan simpang dengan *stop sign* digunakan bila pengendara pada kaki simpang harus berhenti secara penuh sebelum memasuki simpang.

2.4 SIMPANG BERSINYAL

Menurut Oglesby dan Hick (1982), simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal lalu lintas. Sinyal lalu lintas adalah semua peralatan pengaturan lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki.

Menurut Munawar (2006), pada saat arus lalu lintas sudah meninggi, maka lampu lalu lintas sudah harus dipasang. Ukuran meningginya arus lalu lintas yaitu dari waktu tunggu rata-rata kendaraan pada saat melintasi simpang. Jika waktu tunggu rata-rata tanpa lampu lalu lintas sudah lebih besar dari waktu tunggu rata-rata dengan lampu lalu lintas, maka perlu dipasang lampu lalu lintas.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), sinyal lalu lintas dipergunakan untuk alasan berikut:

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

2.5 SINYAL

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) ditetapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Tanda isyarat yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah lampu sebagai rambu-rambu lalu lintas. Pengguna lampu lalu lintas bila dipasang dan dioperasikan dengan baik akan memberikan keuntungan dalam pengelolaan dan keselamatan lalu lintas karena daerah simpang bisa digunakan secara bergiliran.

2.6 KAPASITAS

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Biasanya dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Kapasitas yang ditinjau dalam penelitian ini adalah di simpang tak bersinyal Samirono (Jalan Colombo, Jalan Karang Malang dan Jalan Samirono), Yogyakarta.

Menurut Hobbs (1995), kapasitas persimpangan merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas dan kondisi geometri jalan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas persimpangan adalah sebagai berikut ini.

1. Jumlah jalur yang cukup yang disediakan untuk mencegah agar volume yang tinggi tidak akan mengurangi kecepatan sampai di bawah optimum pada kondisi rencana dan aliran yang besar harus dipisahkan arahnya.
2. Kapasitas yang tinggi yang dibutuhkan keseragaman kecepatan kendaraan dan perbedaan kecepatan relative kecil pada tempat masuk dan keluar.
3. Gerakan belok yang banyak membutuhkan keistimewaan-keistimewaan seperti jalan tambahan yang terpisahkan.
4. Radius yang cukup untuk berbagai tipe kendaraan yang ada untuk menghindari pelanggaran batas terhadap jalur disimpangnya, dan tepu lapis perkerasan harus bebas dari rintangan.

5. Kelandaian yang sesuai untuk berbagai tipe jalan dan jumlah kendaraan yang ada atau ketentuan khusus harus dibuat untuk tingkat-tingkat tertentu.

2.7 KARAKTERISTIK PENYEBERANG JALAN

Menurut Putranto (2008), salah satu karakteristik penting dari pejalan kaki adalah kecepatan berjalannya, terutama saat menyeberang jalan. Pada prinsipnya penyeberang jalan harus dapat menyeberang dari suatu tempat terlindung ke tempat terlindung berikutnya dengan aman sebelum bagian jalan yang diseberanginya digunakan oleh kendaraan yang melintas.

Menurut Munawar (2006), kriteria yang terpenting dalam merencanakan fasilitas penyeberangan adalah tingkat kecelakaan. Jika fasilitas pejalan kaki diperlukan, maka pertimbangan rangking/hirarki fasilitas yang diberikan adalah sebagai berikut ini.

1. Pulau pelindung.
2. *Zebra cross*.
3. Penyeberangan dengan lampu pengaturan (*pelican crossing*).
4. Jembatan penyeberangan atau terowongan bawah tanah (jika arus lalu lintas menerus sangat tinggi atau pada jalan bebas hambatan).

2.8 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian sebelumnya mengenai kinerja simpang yang digunakan sebagai tinjauan pustaka adalah sebagai berikut ini.

1. *Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus di Simpang Tiga Jati Kudus) oleh Santosa (2003).*

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa simpang tiga Jati Kudus saat ini tidak layak lagi. Hal ini dapat dilihat dari derajat kejenuhan (DS) yang sudah mencapai 1,16 dan peluang antrian 55%-100%. Setelah dilakukan perbaikan dengan merubah bentuk geometri jalan

dan pelarangan belok kanan bagi kendaraan dari arah jalan minor, maka didapat $DS = 0,781$ dan peluang antrian 21%-42%.

2. *Kondisi Lalu Lintas di Persimpangan Kota Yogyakarta oleh Putra (2002).*

Studi ini mengobservasi karakter persimpangan jalan tersebut. Survei secara ringkas dilakukan di 25 persimpangan dan analisis berdasarkan MKJI 1997. Kesimpulan hasil studi ini adalah :

- a. sebagai persimpangan mendekati jenuh pada jam puncak yang ditinjau pada nilai rata-rata $DS = 0,75$ dan tundaan total 94 dtk/smp,
- b. angkutan tradisional tidak didukung dengan penyediaan prasarana di persimpangan,
- c. besarnya tundaan di persimpangan karena peraturan dan disiplin tidak berjalan dengan semestinya,
- d. ketidak tersediaan fasilitas angkutan tradisional di persimpangan bukan karena fisik persimpangan tetapi karena adanya tundaan yang merupakan kemacetan,
- e. pengembangan persimpangan dikembangkan dengan mempertahankan kondisi geometri yang ada. Dengan demikian peningkatan pelaksanaan peraturan dan disiplin berkendara di persimpangan adalah sarana yang baik.

3. *Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Mirota Godean Dengan Menggunakan Metode MKJI 1997 oleh Sadzali (2011).*

Hasil yang diperoleh setelah dilakukan evaluasi kinerja simpang disimpulkan bahwa simpang empat tak bersinyal Mirota Godean, memiliki kinerja buruk karena kinerjanya tidak dapat memenuhi standar MKJI 1997. Hal ini ditunjukkan dari hasil nilai derajat kejenuhan (DS) = 1,340; peluang antrian (QP) = 155%; dan tundaan sebesar 1577,091 detik/smp. Hal ini dibutuhkan perbaikan kinerja simpang dengan mencoba merekayasa geometri seperti pelebaran badan jalan, pembuatan empat lajur pada jalan utama dan pembuatan median dengan menggunakan analisis simpang tak bersinyal. Hasil dari alternative tersebut masih juga belum mendapatkan hasil yang baik, terlihat dari nilai yang diperoleh $DS = 1,118 > 0,85$.

Namun ketika dilihat dari segi ekonomis, lam[u] lalu lintas sebelumnya tidak aktif dapat dioperasikan kembali. Oleh karena itu pengaktifan kembali lampu lalu lintas yang dikombinasikan dengan alternatif-alternatif sebelumnya menjadi alternatif lain dalam meningkatkan kinerja. Alternatif tersebut diantaranya adalah pelebaran badan jalan, pembuatan empat lajur pada jalan utama, pemberian rambu lalu lintas dan pelebaran untuk pendekat masuk. Dengan demikian, alternatif kombinasi tersebut telah dapat memberikan hasil yang baik sesuai dengan yang disyaratkan MKJI 1997 yaitu derajat kejenuhan pendekat Utara = 0,522; derajat kejenuhan pendekat Timur = 0,791; derajat kejenuhan pendekat Selatan = 0,479; dan derajat kejenuhan pendekat Barat = 0,817 pada simpang Mirota Godean.

4. *Evaluasi Efektifitas Zona Selamat Sekolah (ZOSS) Di Yogyakarta oleh Permana (2007).*

Hasil pengamatan yang telah dilakukan, baik itu data sekunder ataupun data primer (hasil survei lapangan) serta dengan analisis data, didapatkan hasil bahwa untuk karakteristik penyeberang jalan (siswa) rata-rata 85,15% siswa sudah berperilaku positif atau sudah sesuai dengan pedoman ZoSS, sehingga sudah dikatakan efektif. Untuk karakteristik pengantar rata-rata 23,75% pengantar sudah berperilaku positif. Untuk kecepatan sesaat (*spot speed*), pada kecepatan 85 km/jam, dan kendaraan berat 50,07%, sehingga belum efektif karena masih di atas kecepatan maksimum pada ZoSS, yaitu 25 km/jam. Jadi di Yogyakarta belum berjalan efektif dan masih banyak yang belum di perbaiki.

BAB III

LANDASAN TEORI

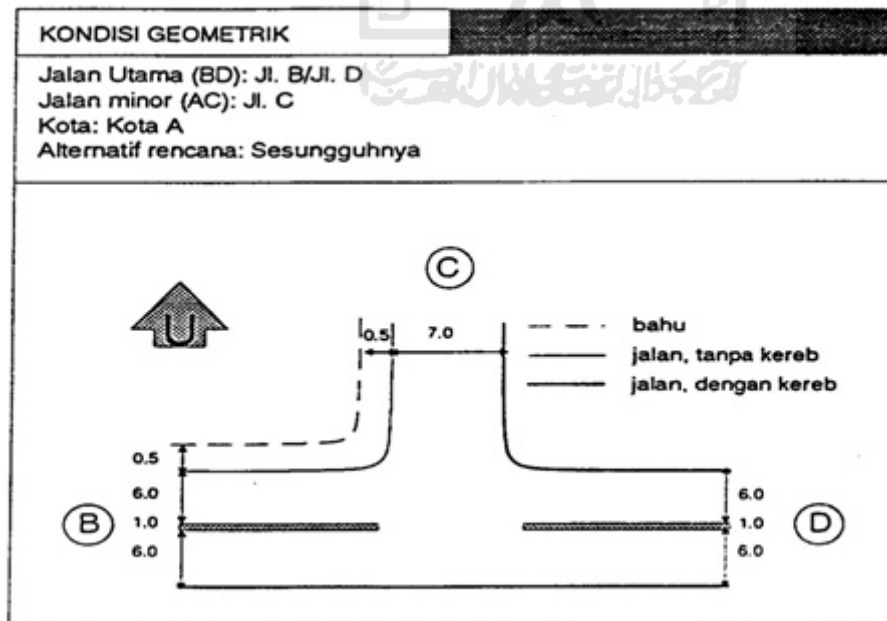
3.1 PERENCANAAN SIMPANG TAK BERSINYAL

3.1.1 Data Masukan

Dalam melakukan analisis pada suatu simpang maka diperlukan data masukan sebagai berikut.

1. Kondisi Geometri

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kondisi geometri digambarkan dalam bentuk gambar sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median dan petunjuk arah. *Approach* untuk jalan minor harus diberi notasi A dan C, sedangkan *approach* untuk jalan mayor harus diberikan notasi B dan D. Pemberian notasi sedapat mungkin disesuaikan arah putaran jarum jam. Jalan mayor adalah jalan yang sangat penting dalam persimpangan karena mempunyai klasifikasi fungsi yang tinggi dibandingkan jalan minor.



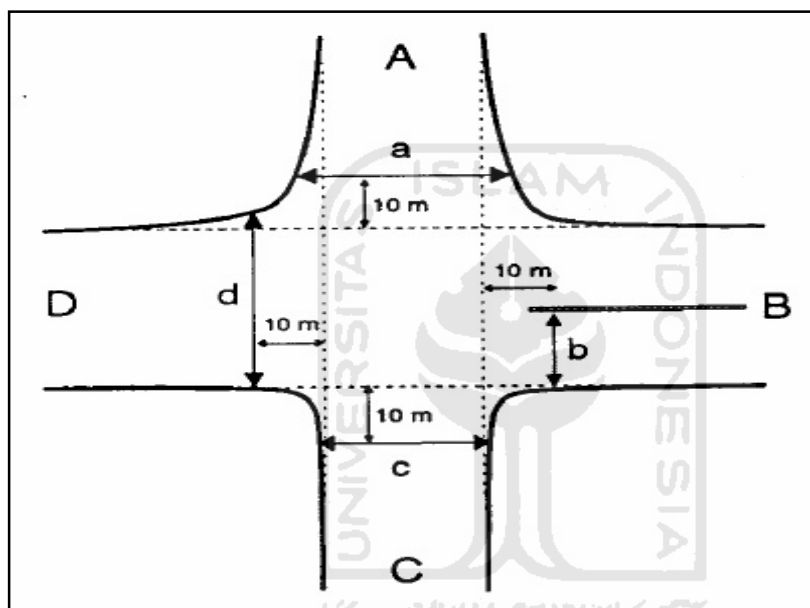
Gambar 3.1 Contoh Sketsa Data Masukan Geometri

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Berikut ini adalah data masukan geometri yang dibutuhkan untuk analisis kapasitas persimpangan.

a. Lebar rata-rata pendekat

Pendekat merupakan daerah lengan persimpangan jalan utama kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Lebar pendekat diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tipe perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat.



Gambar 3.2 Lebar Rata-rata Pendekat

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Jumlah lajur digunakan untuk keperluan perhitungan yang ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan mayor dan jalan minor. Cara penentuan jumlah lajur disajikan pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Hubungan Lebar Pendekat dengan Jumlah Lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan mayor W_{AC} dan W_{BD} (m)		Jumlah lajur
$W_{BD} = (b+d/2)/2$	< 5,5	2
	$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2$	< 5,5	2
	$\geq 5,5$	4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

b. Tipe persimpangan (*Intersection Type*, IT)

Tipe persimpangan ditentukan dari jumlah lengan dan jumlah jalur pada jalan minor dan jalan mayor. Beberapa persimpangan disajikan pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Tipe-tipe Persimpangan

Kode IT	Jumlah Lengan Persimpangan	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Dalam tabel di atas tidak terdapat simpang tak bersinyal yang kedua jalan utama dan jalan minornya mempunyai empat lajur, yaitu tipe simpang 344 dan 444, karena tipe simpang ini tidak dijumpai selama survei dilapangan. Jika analisis kapasitas harus dikerjakan untuk simpang seperti ini, simpang tersebut dianggap sebagai 324 dan 424.

c. Tipe median untuk jalan mayor

Jalan mayor harus memiliki klasifikasi tipe median jika jalan mayor ada 4 jalur yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Tipe-tipe Median

Tipe Median	keterangan
<i>none</i>	Tidak ada median untuk jalan mayor
<i>narrow</i>	Median pada <i>exit</i> jalan mayor, tapi tidak diijinkan lebih dari 2 langkah
<i>Wide</i>	Median pada <i>exit</i> jalan mayor, dan diijinkan lebih dari 2 lengan

Sumber: Munawar (2006)

2. Kondisi Lalu Lintas

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), tipe kendaraan dapat dibedakan menjadi 4, yaitu:

- a. kendaraan ringan (LV) : kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0-3,0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- b. kendaraan berat (HV) : kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- c. sepeda motor (MC) : kendaraan bermotor beroda dua dan tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem Bina Marga), dan
- d. kendaraan tidak bermotor (UM) : kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

3. Kondisi Lingkungan

Berikut ini data lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan.

a. Kelas Ukuran Kota

Ukuran kota diklasifikasikan dalam jumlah penduduk pada kota yang bersangkutan. Klasifikasi ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4 Kelas Ukuran Kota

CS	Jumlah Penduduk
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,1 - 0,5
Sedang	0,5 - 1,0
Besar	1,0 - 3,0
Sangat Besar	> 3,0

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

b. Tipe lingkungan jalan

Kelas tipe lingkungan jalan menggambarkan tata guna lahan dan aksesibilitas dari seluruh aktifitas jalan. Nilai-nilai ini diterapkan secara kualitatif dalam pertimbangan teknik lalu lintas.

- 1) Komersial yaitu tata guna lahan komersial (misanya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- 2) Pemukiman yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- 3) Akses terbatas yaitu tanpa jalan masuk atau jalan jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

c. Tipe hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu-lintas, misanya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat

parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan lalu lintas sebagai tinggi, rendah atau sedang.

3.1.2 Kapasitas (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Biasanya dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

C	= kapasitas (smp/jam)
C_0	= kapasitas dasar (smp/jam)
F_W	= faktor penyesuaian lebar pendekat
F_M	= faktor penyesuaian median jalan utama
F_{CS}	= faktor penyesuaian ukuran kota
F_{RSU}	= faktor penyesuaian kendaraan tak bermotor dan hambatan samping dan lingkungan jalan
F_{LT}	= faktor penyesuaian belok kiri
F_{RT}	= faktor penyesuaian belok kanan
F_{MI}	= faktor penyesuaian rasio arus jalan <i>minor</i> simpang

1. Perhitungan kapasitas dasar (C_0)

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe persimpangan yang akan dijelaskan dalam Tabel 3.5 berikut ini.

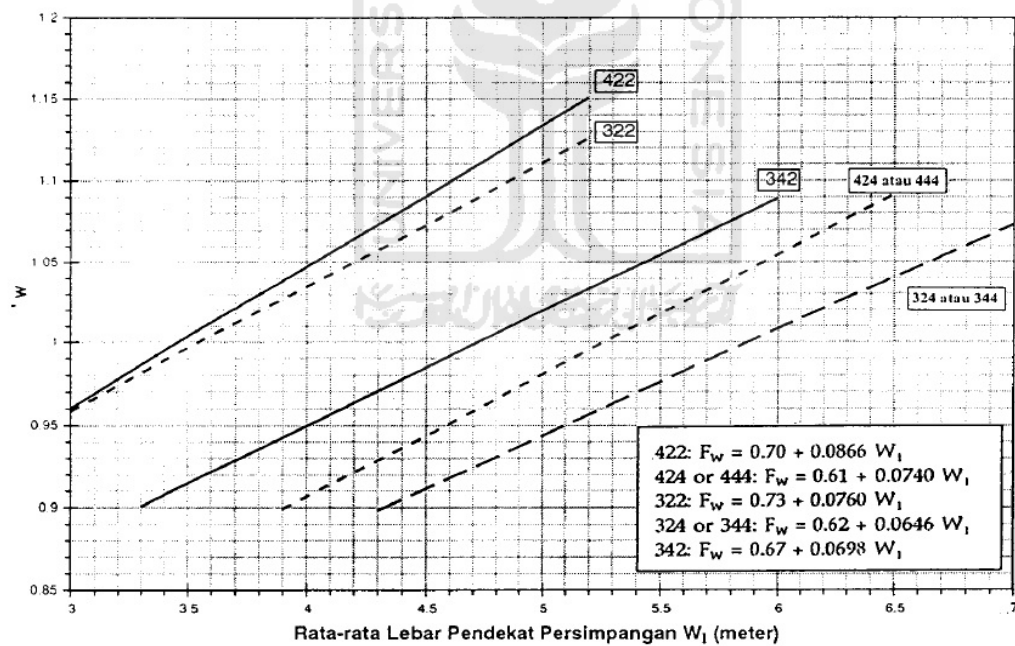
Tabel 3.5 Kapasitas Dasar (C_0) dan Tipe Persimpangan

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

2. Faktor koreksi lebar pendekat (F_w)

Faktor koreksi lebar pendekat dihitung berdasarkan variabel input lebar pendekat persimpangan (W_E) dan tipe persimpangan dapat dilihat pada grafik Gambar 3.3 dan Tabel 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.3 Grafik Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Tebal 3.6 Faktor Koreksi Lebar Pendekat (F_w)

Tipe jalan (IT)	F_w
422	$0,70 + 0,0866 W1$
424 atau 444	$0,61 + 0,0740 W1$
322	$0,73 + 0,0760 W1$
324 atau 344	$0,62 + 0,0646 W1$
342	$0,67 + 0,0698 W1$

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3. Faktor koreksi median jalan utama (F_M)

Faktor koreksi ini hanya digunakan untuk jalan mayor 4 jalur, yang akan diterapkan dalam Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Faktor Koreksi Median Jalan Utama (F_M)

Uraian	Tipe M	F_M
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar \geq 3 m	Lebar	1,2

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

4. Faktor koreksi ukuran kota (F_{CS})

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor koreksi ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.8 di bawah ini.

Tabel 3.8 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

5. Faktor koreksi tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Faktor ini dinyatakan dalam Tabel 3.9 di bawah ini.

Tabel 3.9 Faktor Koreksi Tipe Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor P_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,83	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,84	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Sedang						
	Rendah						

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

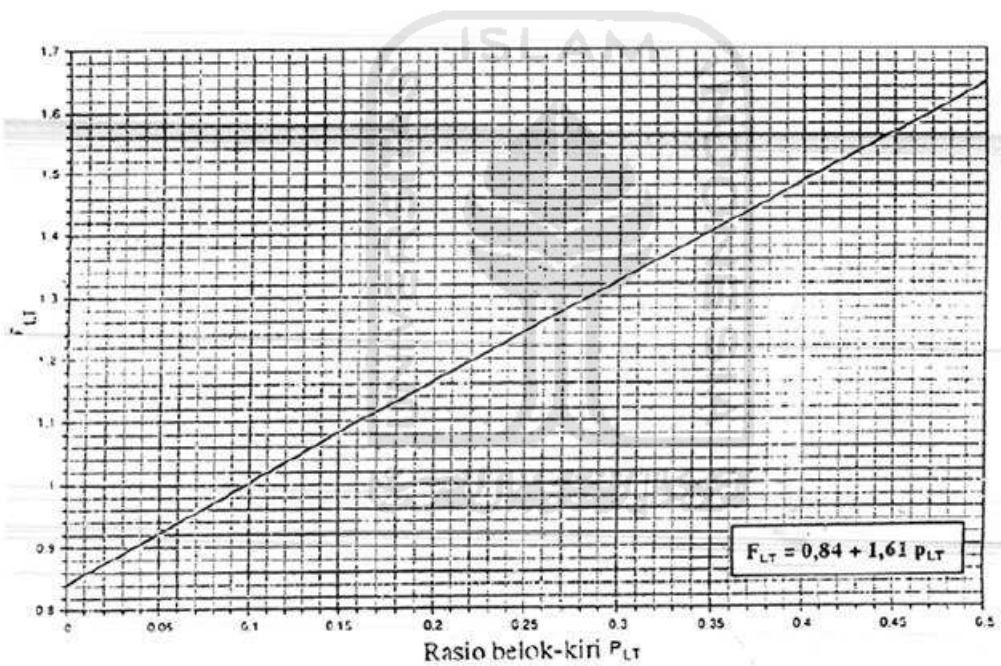
Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan yaitu $emp_{um} = 1,0$. Persamaan berikut dipakai jika terdapat bukti bahwa $emp_{um} \neq 1,0$, yang dapat saja terjadi bila kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$F_{RSU}(P_{UM} \text{ sesungguhnya}) = F_{RSU}(P_{UM} = 0) \times (1 - P_{UM} \times emp_{UM}) \dots\dots (3.1)$$

6. Faktor koreksi belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini dengan variabel masukan rasio belok kiri (P_{lt}).

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61P_{LT} \dots\dots\dots (3.2)$$



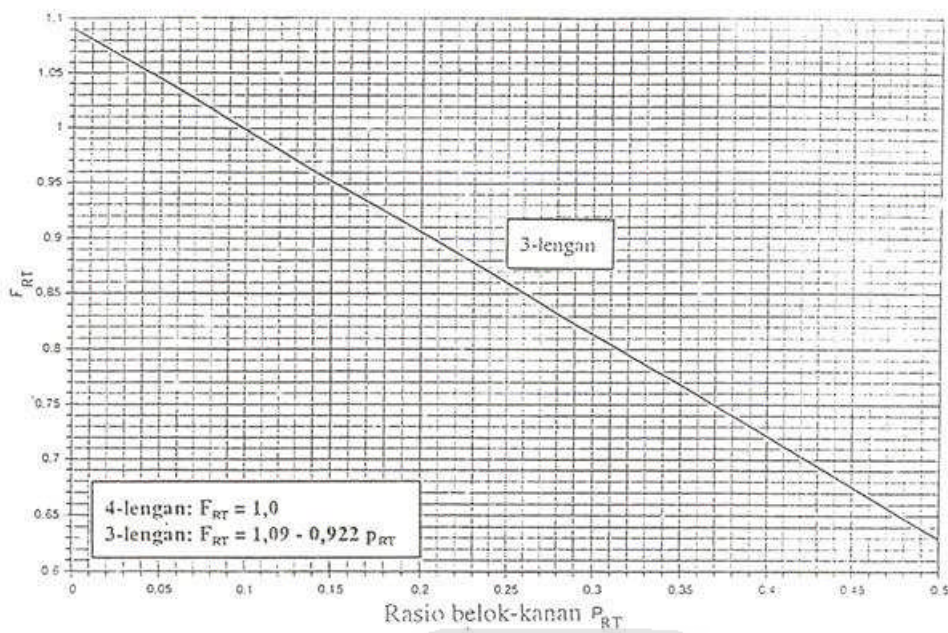
Gambar 3.4 Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

7. Faktor koreksi belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini dengan variabel masukan rasio belok kanan (P_{rt}).

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922P_{RT} \dots\dots\dots (3.3)$$

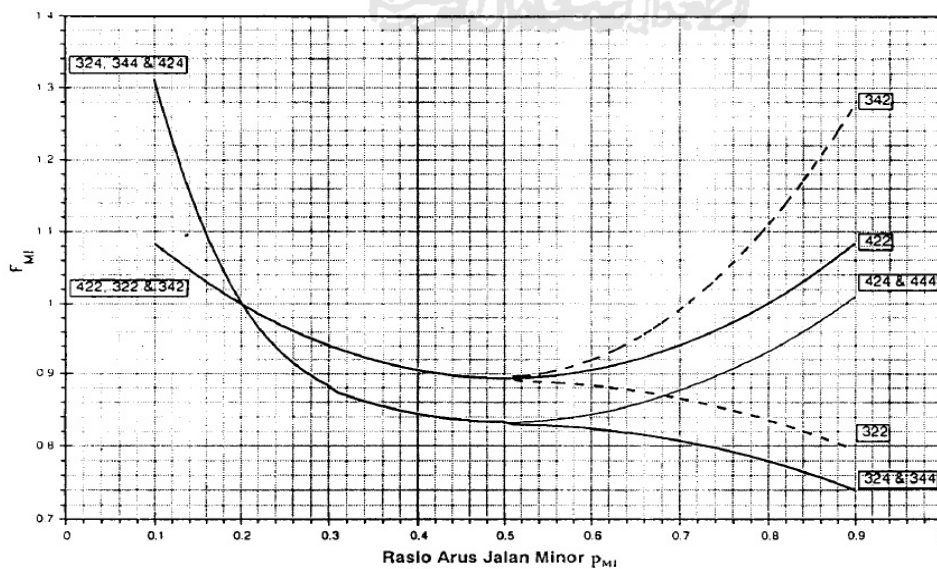


Gambar 3.5 Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

8. Faktor koreksi rasio arus jalan minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang terdapat pada grafik Gambar 3.6 dan Tabel 3.10 dengan variabel masukan rasio arus jalan minor.



Gambar 3.6 Grafik Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$1,66 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,595 \times P_{MI}^2 + 0,595 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^4 - 2,38 \times P_{MI}^3 + 1,49$	0,5 – 0,9
324	$1,66 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI}^3 + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.1.3 Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Biasanya dihitung per jam (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q_{TOT}/C \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

DS = derajat kejenuhan

Q_{TOT} = jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

2. Tundaan (D)

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Tundaan simpang dihitung dengan rumus berikut:

$$D = DG + DT_1 \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

DG = tundaan geometri simpang (detik/smp)

DT₁ = tundaan lalu lintas simpang (detik/smp)

a. Tundaan geometri simpang (DG)

Tundaan geometri simpang adalah tundaan geometri rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. DG dihitung dengan rumus berikut ini.

Untuk $DS < 1,0$

$$DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) + DS \times 4) \dots\dots\dots (3.6)$$

Untuk $DS \geq 1,0$

$$DG = 4$$

Keterangan:

DG = tundaan geometri simpang (detik/smp)

DS = derajat kejenuhan

P_T = rasio belok total

b. Tundaan lalu lintas simpang (DT₁)

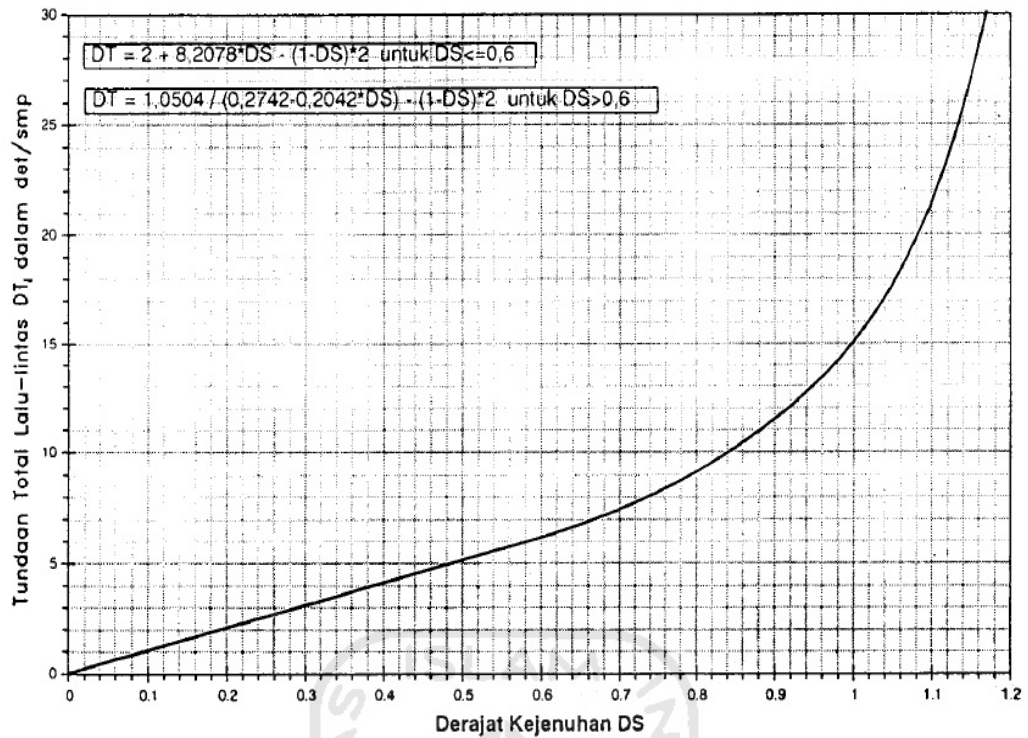
Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Untuk mendapatkan nilai tundaan lalu lintas simpang dapat digunakan persamaan berikut ini.

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots (3.7)$$

Untuk $DS > 0,6$

$$DT_1 = 1,0505 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots (3.8)$$



Gambar 3.7 Grafik Tundaan Lalu Lintas Sempang (DT₁)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

c. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

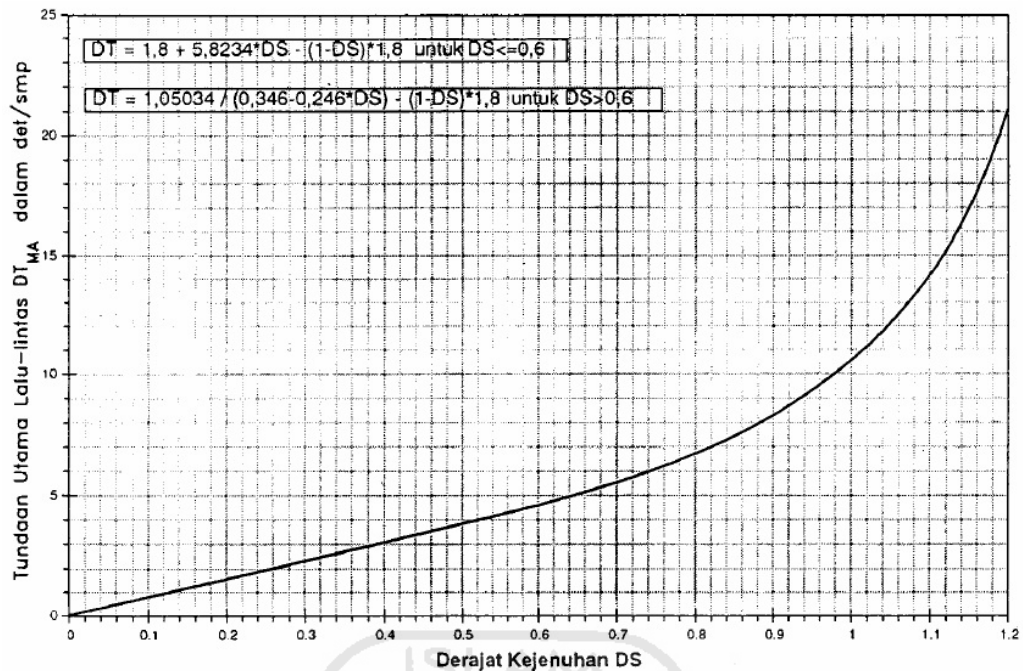
Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Dapat ditentukan dari persamaan berikut ini.

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \dots\dots\dots (3.9)$$

Untuk $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = 1,0534 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \dots\dots\dots (3.10)$$



Gambar 3.8 Grafik Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

d. Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata.

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \dots\dots\dots (3.11)$$

Keterangan:

- DT_{MI} = tundaan lalu lintas jalan minor
- Q_{TOT} = jumlah arus total pada simpang (smp/jam)
- DT_1 = tundaan lalu lintas simpang
- Q_{MA} = arus jalan utama
- DT_{MA} = tundaan lalu lintas jalan utama
- Q_{MI} = arus jalan minor

3. Peluang Antrian

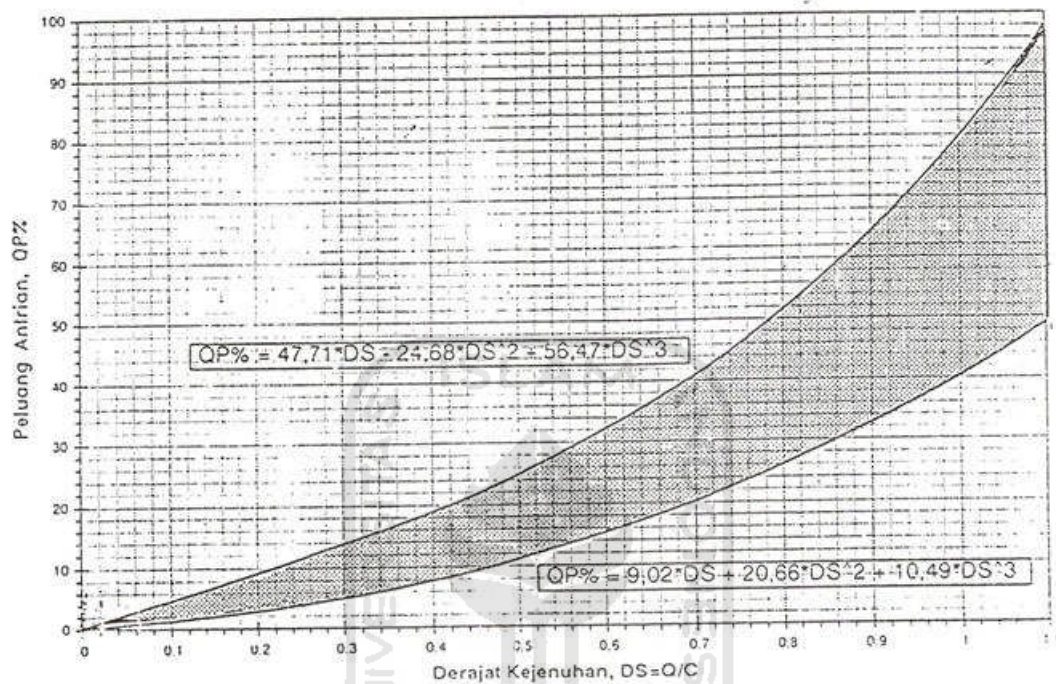
Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Untuk batas bawah:

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots\dots\dots (3.12)$$

Untuk batas atas:

$$QP\% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \dots\dots\dots (3.13)$$



Gambar 3.9 Grafik Tundaan Peluang Antrian (QP%)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.2 PERENCANAAN SIMPANG BERSINYAL

3.2.1 Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan

Perhitungan geometri dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Masing-masing pendekat dapat digunakan untuk belok kiri langsung (LTOR) atau tanpa belok kiri langsung.

3.2.2 Lebar Pendekat dan Tipe Pendekat

1. Lebar Pendekat (W)

Lebar pendekat adalah lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit di sebelah hulu (m).

$$W_A = W_{\text{MASUK}} + W_{\text{LTOR}} \dots\dots\dots (3.14)$$

Keterangan:

W_A = lebar pendekat (m)

W_{MASUK} = lebar masuk (m)

W_{LTOR} = lebar belok langsung (m)

2. Tipe Pendekat Kiri

Pendekat adalah daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melalui garis henti. Terdapat dua tipe pendekat yaitu tipe pendekat terlindung dan tipe pendekat terlawan. Sedangkan tipe pendekat yang direncanakan untuk pertemuan sebidang bercabang empat (simpang empat) ini adalah tipe pendekat terlindung.

3.2.3 Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tidak terganggu di hulu, pendekat per satuan waktu. Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode. Biasanya arus lalu lintas dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{\text{MV}} = (Q_{\text{LV}} \times \text{empLV}) + (Q_{\text{HV}} \times \text{empHV}) + (Q_{\text{MC}} \times \text{empMC}) \dots\dots\dots (3.15)$$

Keterangan:

Q_{MV} = arus kendaraan bermotor total (smp/jam)

$Q_{\text{LV}} ; Q_{\text{HV}} ; Q_{\text{MC}}$ = arus lalu lintas tiap tipe kendaraan (kendaraan/jam)

$\text{empLV} ; \text{emp HV} ; \text{emp MC}$ = nilai emp untuk tiap tipe kendaraan

3.2.4 Arus Jenuh (S)

Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan. Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung dengan persamaan:

$$S = S_o \times F_{\text{CS}} \times F_{\text{SF}} \times F_{\text{G}} \times F_{\text{P}} \times F_{\text{RT}} \times F_{\text{LT}} \dots\dots\dots (3.16)$$

Keterangan:

S = arus jenuh

S_o = arus jenuh dasar

- F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota
 F_{SF} = faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
 F_G = faktor penyesuaian kelandaian
 F_P = faktor penyesuaian parkir
 F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan
 F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri

1. Arus Jenuh dasar (S_o)

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) arus jenuh dasar dihitung dengan persamaan:

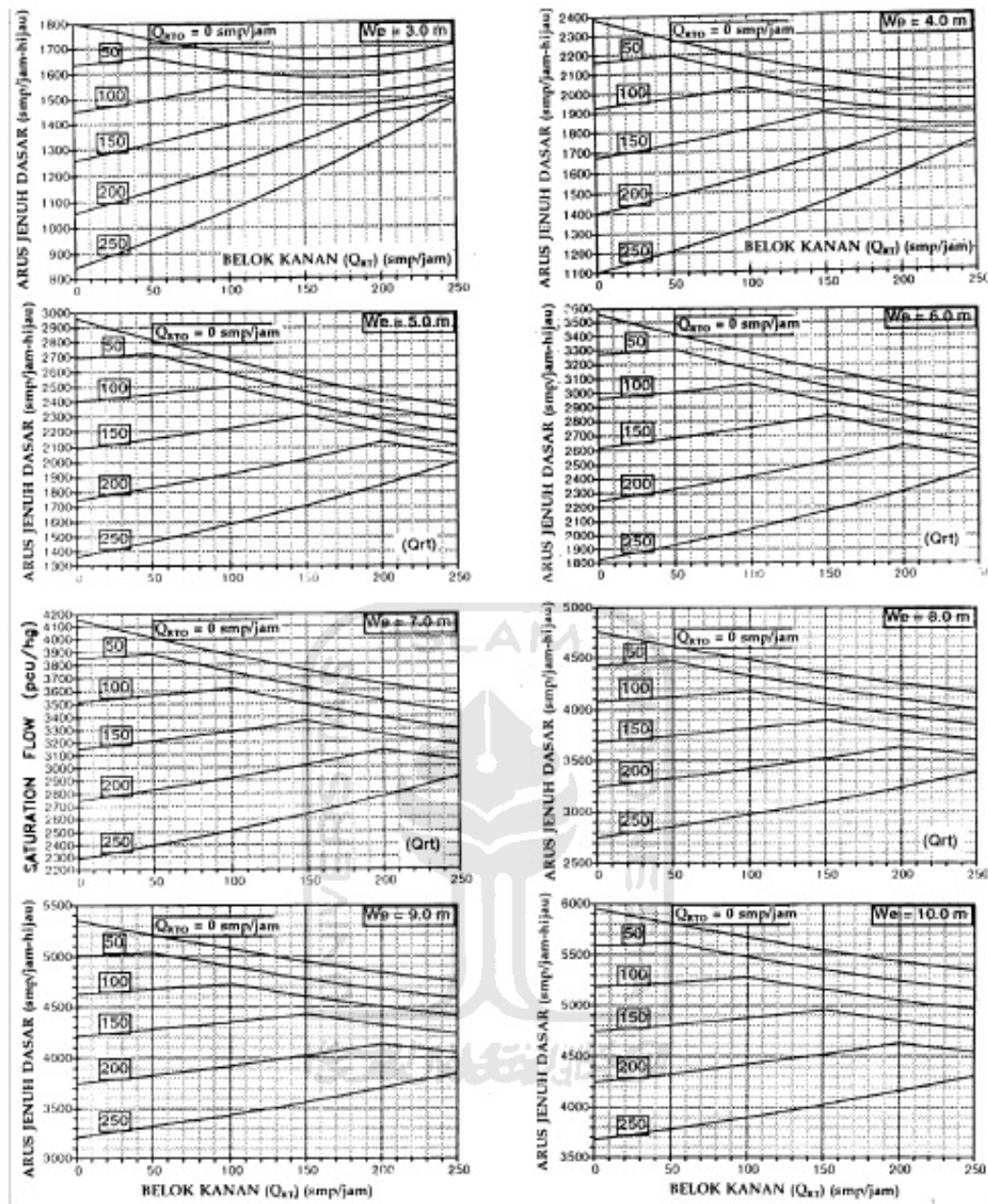
$$S_o = 600 \times W_e \dots\dots\dots (3.17)$$

Keterangan:

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam)

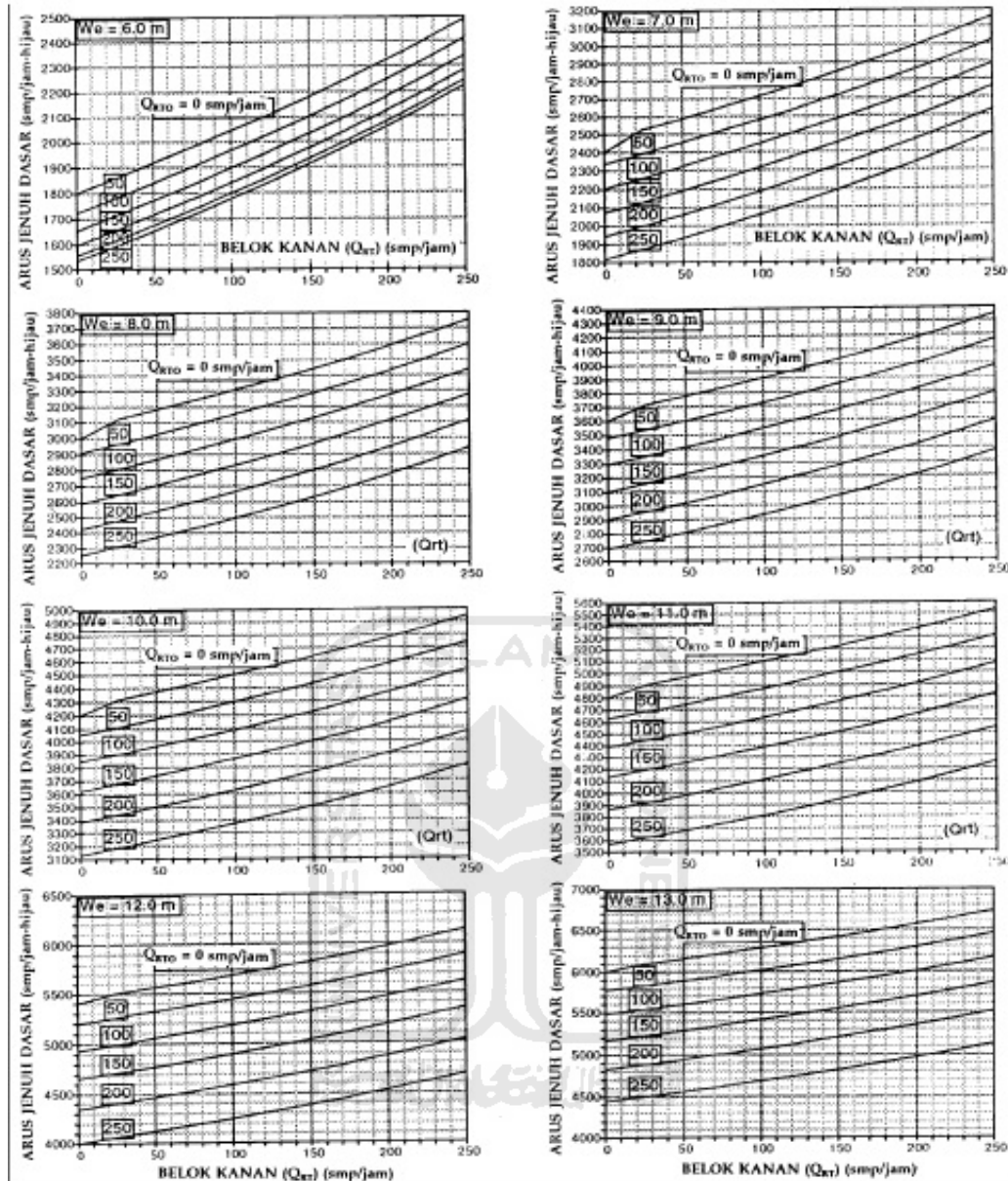
W_e = lebar efektif (m).

Untuk pendekat tipe O (arus berangkat terlawan) arus jenuh dasar ditentukan dari Gambar 3.10 (untuk pendekat tanpa lajur belok kanan terpisah) dan dari Gambar 3.11 (untuk pendekat dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai fungsi dari W_e , Q_{RT} dan Q_{RTO} .



Gambar 3.10 Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)



Gambar 3.11 Dengan Lajur Belok Kanan Terpisah

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

2. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

Faktor koreksi ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.11 berikut ini.

Tabel 3.11 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – ,05	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3. Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})

Faktor koreksi gangguan samping dinyatakan pada Tabel 3.12 di bawah ini.

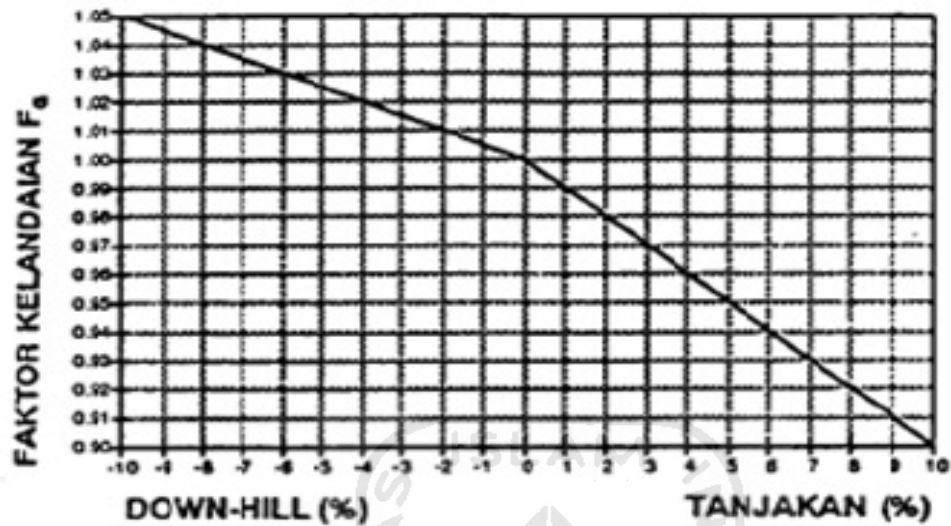
Tabel 3.12 Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})

Lingku- ngan Jalan	Hambat- an Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,0	0,05	0,1	0,15	0,2	$\geq 0,25$
Komer- sial (COM)	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	0,81
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Kecil	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
Pemuki- man (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	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
	Kecil	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,88	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,94	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/S edang /Kecil	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,90	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,98	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

4. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Faktor penyesuaian kelandaian adalah fungsi dari kelandaian lengan simpang ditentukan dari Gambar 3.12 di bawah ini.

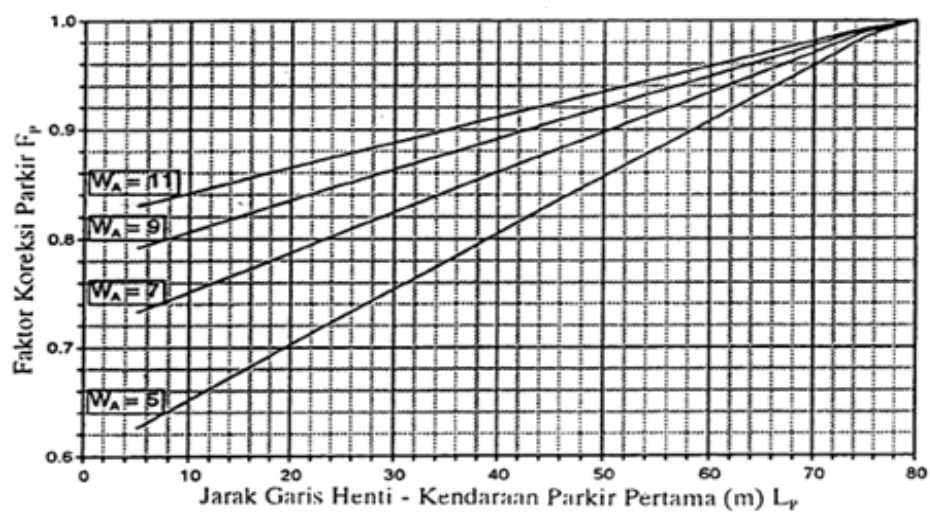


Gambar 3.12 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

5. Faktor Koreksi Parkir (F_P)

Faktor koreksi parkir ditentukan dari Gambar 3.13 di bawah ini.

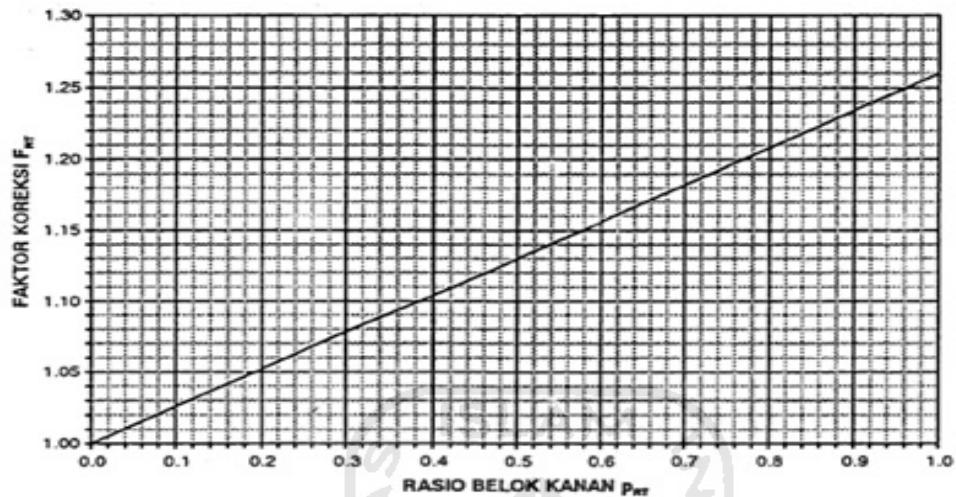


Gambar 3.13 Faktor Koreksi Parkir (F_P)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

6. Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{RT})

Faktor koreksi belok kanan ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan (P_{RT}). Faktor ini ditentukan dari Gambar 3.14 di bawah ini.

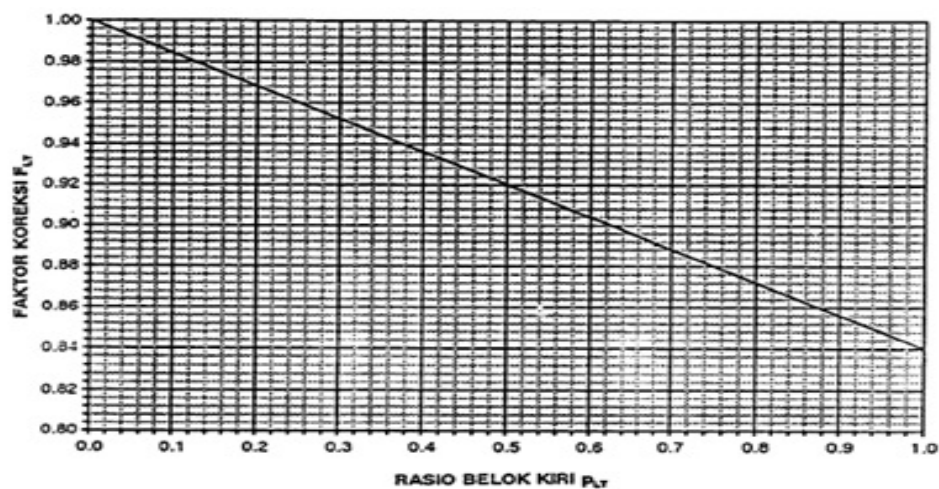


Gambar 3.14 Faktor Koreksi Belok kanan (F_{RT})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

7. Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{LT})

Faktor koreksi belok kiri ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kiri (P_{LT}). Faktor ini ditentukan dari Gambar 3.15 di bawah ini.



Gambar 3.15 Faktor Koreksi Belok kiri (F_{LT})

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

8. Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh adalah rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekat, yang nilainya dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$FR = Q / S \dots\dots\dots (3.18)$$

Keterangan:

- FR = rasio arus jenuh
- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- S = arus jenuh (smp/jam hijau)

9. Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus, yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan:

$$IFR = \Sigma (FR_{crit}) \dots\dots\dots (3.19)$$

10. Rasio Arus Fase

Rasio arus fase adalah rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang, yang nilainya dicari dengan persamaan:

$$PR = FR_{crit} / IFR \dots\dots\dots (3.20)$$

Keterangan:

- PR = rasio fase
- FR crit = rasio arus kritis
- IFR = rasio arus samping

3.2.5 Penentuan Fase Sinyal dan Waktu Hijau

1. Penentuan waktu antar hijau dan waktu hilang

Di dalam analisis operasional dan perencanaan sinyal, MKJI 1997 menyarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk pengosongan dan waktu hilang. Waktu merah semua (*all red*) diperlukan untuk pengosongan pada akhir fase. Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua (*all red*) terbesar yang nilainya dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{LEV+IEV}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right]_{MAX} \dots\dots\dots (3.21)$$

Keterangan:

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat dengan nilai:
5 m (untuk LV atau HV)
2 m (untuk MC atau UM)

V_{AV} = kecepatan kendaraan yang datang, 10 m/detik (kendaraan bermotor)

V_{EV} = kecepatan kendaraan yang berangkat, sebesar:
10 m/detik (kendaraan bermotor),
3 m/detik (kendaraan tak bermotor), dan
1,2 m/detik (pejalan kaki)

Waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$LTI = \sum (\text{merah semua} + \text{kuning})_i = \sum I G_i \dots\dots\dots (3.22)$$

2. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C_{ua})

Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan untuk pengendalian waktu tetap, yang besarnya dihitung dengan rumus berikut ini.

$$C_{ua} = (1.5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots (3.23)$$

Keterangan:

C_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = rasio arus simpang Σ (FR_{crit})

3. Waktu Hijau (g)

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekatan. Waktu hijau untuk masing-masing fase dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$g = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (3.24)$$

Keterangan:

g = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

C_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

$$PR_i = \text{rasio fase } FR_{\text{cir}} / \Sigma(FR_{\text{crit}})$$

4. Waktu Siklus Penyesuaian (c)

Waktu siklus yang disesuaikan berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan ditambah dengan waktu hilang. Waktu siklus yang diperoleh dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (3.25)$$

Keterangan:

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

Σg = Σ tampilan waktu hijau (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

3.3 METODE UMUM KRITERIA JENIS PENYEBERANGAN

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1995), dasar-dasar untuk menentukan jenis fasilitas penyeberangan jalan menggunakan metode yang terdapat dalam buku tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan. Metode ini mengacu pada penelitian di Inggris (Munawar, 2006) dengan menghitung:

$$PV^2 \dots\dots\dots (3.14)$$

Keterangan:

P = volume pejalan kaki yang menyeberang (orang/jam)

V = volume kendaraan (kendaraan/jam)

Kriteria untuk *zebra cross*, *pelican crossing* dan penyeberangan sebidang dapat dilihat pada Tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 Kriteria Jenis Penyeberangan

PV^2	P (orang/jam)	V (kendaraan/jam)	Rekomendasi awal
$\leq 10^8$			Tidak perlu penyeberangan
$\geq 10^8$	50 - 1100	300 - 500	<i>Zebra Cross</i>
$> 2 \times 10^8$	50 - 1100	400 - 750	<i>Zebra Cross</i> dengan pemisah
$> 10^8$	50 - 1100	> 500	<i>Pelican crossing</i>
$> 10^8$	> 1100	> 300	<i>Pelican crossing</i>
$> 2 \times 10^8$	50 - 1100	> 750	<i>Pelican crossing</i> dengan pemisah
$> 2 \times 10^8$	> 1100	> 400	<i>Pelican crossing</i> dengan pemisah

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1995)



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan oleh penyusunan dalam tugas akhir ini menggunakan jenis penelitian empiris. Dalam sains dan metode ilmiah, empiris berarti suatu keadaan yang bergantung pada bukti atau konsekuensi yang teramati oleh indera. Data empiris berarti data yang dihasilkan dari percobaan atau pengamatan (<http://id.wikipedia.org/wiki/empiris>, diakses 6 oktober 2011).

4.2 CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel merupakan suatu objek yang sifatnya tidak mencakup keseluruhan objek penelitian namun hanya sebagian dari populasi saja, yaitu hanya mencakup sampel yang diambil dari populasi tersebut. Pengambilan data sampel perlu dilakukan dalam setiap pengamatan. Dalam penelitian ini hanya dilakukan pengambilan sampel pada waktu tertentu saja, sehingga sampel yang diperoleh masih kurang mewakili objek secara keseluruhan. Hal ini dilakukan karena keterbatasan penyusun baik dari segi waktu, tenaga, maupun biaya sehingga prosedur pengambilan sampel yang dilakukan dapat dikatakan sebagai *nonprobability sampling*.

Dalam penelitian ini pengambilan sampel termasuk dalam kelompok *purposive Sampling* karena anggota *sampling* yang diambil diserahkan pada pertimbangan pengumpulan data yang berdasarkan atas pertimbangannya sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian (Sukandarrumidi, 2006).

4.3 CARA PENGUMPULAN DATA

Data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas dua, yakni sebagai berikut ini.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dengan cara pengukuran, observasi atau pengamatan secara langsung dilapangan yang meliputi:

a. Data kondisi geometri, meliputi:

- 1) lebar jalan,
- 2) batas sisi jalan,
- 3) lebar bahu jalan, dan
- 4) lebar median jalan bila ada.

b. Data kondisi Arus Lalu lintas

Data arus lalu lintas yang diamati dibedakan menjadi beberapa jenis, meliputi:

- 1) kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*) : truk dua as, truk tiga as, dan bus besar,
- 2) kendaraan Ringan (*Light Vehicle*) : mobil pribadi, mobil box, truk kecil, dan bus kota,
- 3) kendaraan Bermotor (*Motor cycle*) : sepeda motor, bajaj, dan
- 4) kendaraan tidak bermotor (*Unmotorized*) : becak, gerobak, sepeda.

c. Data kondisi Lingkungan, meliputi:

- 1) tipe lingkungan jalan,
- 2) kelas hambatan samping, dan
- 3) ukuran kelas kota

d. Data Volume Kendaraan

Pengamatan jumlah kendaraan yang melintasi simpang, belok kiri, lurus ataupun belok kanan.

e. Data Volume Penyeberang Jalan dan Kriterianya

Pengamatan jumlah penyeberang jalan yang menyeberang di simpang Samirano tersebut. Sedangkan untuk kriteria penyeberangan jalan dapat dilihat pada volume pejalan kaki yang menyeberang dengan volume kendaraan setiap jam.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait yang sesuai dengan objek penelitian yang dibahas dalam penelitian ini.

4.3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Simpang Tak Bersinyal Samirono (Jalan Colombo, Jalan Karang Malang dan Jalan Samirono), Yogyakarta yang merupakan pertemuan antara 4 (empat) ruas jalan.

4.3.2 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan dengan tujuan agar survei pada saat pengumpulan data dapat berjalan dengan lancar, efektif dan efisien. Survei pendahuluan dalam penelitian ini adalah menentukan jam sibuk, menentukan hari yang dapat mewakili gambaran lalu lintas pada simpang yang akan diamati dan menentukan letak posisi kamera.

4.3.3 Alat-Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- 1 formulir penelitian dan alat tulis,
- 2 *timer*, untuk mengetahui saat mulai dan berakhirnya waktu pencacah arus lalu lintas,
- 3 *stop watch*, untuk menghitung waktu sinyal,
- 4 *roll meter*, untuk mengukur lebar jalan pada tiap-tiap lengan simpang,
- 5 *handycam*, untuk merekam arus lalu lintas selama penelitian dilakukan, dan
- 6 *handy counter*, untuk menghitung jumlah kendaraan.

4.3.4 Persiapan Survei di Lapangan

Beberapa hal yang perlu dipersiapkan saat melakukan survei lapangan meliputi:

- 1 menentukan posisi titik pengamatan,
- 2 mempersiapkan formulir penelitian untuk simpang tak bersinyal, dan
- 3 pemberitahuan mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan.

Dalam pengambilan data, peneliti melakukan pengambilan data dengan dua tahap, yaitu:

1. Lapangan

a. Rekaman

Perekaman arus lalu lintas dan volume penyeberang jalan pada simpang tak bersinyal dilakukan menggunakan *handycam* dengan durasi rekaman selama tiga jam, pagi dan sore hari. Pada pagi hari dilakukan pada pukul 06:30 – 09:30 WIB, dan untuk sore hari dilakukan pada pukul 15:00 – 18:00 WIB. Perekaman ini dilaksanakan bukan hanya untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas, namun juga dipakai untuk mengamati setiap jenis kendaraan yang melewati simpang, sehingga dengan mudah dapat dilakukan klasifikasi kendaraan. Cara perekaman ini paling efektif karena setelah selesai proses perekaman, hasil rekaman dapat diputar kembali untuk perhitungan jumlah kendaraan selama pengamatan.

b. Geometri Simpang

Hal yang perlu diketahui dan diukur dari geometri simpang, diantaranya dimensi setiap lengan simpang, lebar pendekat, lebar lajur belok kiri, lebar lajur belok kanan, dan dimensi lebar masuk dan lebar keluar pendekat. Pengukuran geometri simpang ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu *roll meter*. Selain melakukan pengukuran dan pengamatan secara visual pada geometri simpang, hal lain yang perlu dilakukan adalah mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (Utara, Selatan, Timur dan Barat), menentukan tipe simpang, dan menentukan ada tidaknya median jalan.

c. Hambatan Samping

Pengamatan terhadap hambatan samping dilakukan untuk mengetahui kriteria dari semua pergerakan kendaraan dari arah pendekat baik bagi kendaraan yang keluar maupun kendaraan yang masuk halaman. Kategori hambatan samping meliputi pejalan kaki yang berjalan atau menyeberang jalan, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan

penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur.

2. Laboratorium

Laboratorium merupakan tempat dimana hasil dari rekaman pengamatan dilapangan diputar kembali, kemudian dilakukan proses pengklasifikasian kendaraan dan perhitungan jumlah kendaraan sesuai dengan tipenya masing-masing. Dari hasil pemutaran rekaman tersebut, diperoleh data arus lalu lintas, volume lalu lintas, jenis kendaraan yang melintas di simpang tersebut, dan beberapa data lainnya yang dapat digunakan sebagai pendukung penelitian.

4.3.5 Pelaksanaan Survei

Pengamatan arus lalu lintas dilaksanakan pada hari-hari sibuk yaitu pada hari Senin, Rabu dan Sabtu. Hari Senin merupakan hari awal pekan sehingga diestimasi terdapat arus lalu lintas yang tinggi. Hari Rabu adalah sebagai perwakilan hari biasa orang bekerja selama satu pekan, sedangkan hari Sabtu adalah hari akhir pekan yang diperkirakan terdapat lonjakan arus dari luar daerah sekitar Yogyakarta. Berikut ini adalah waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan pengamatan:

1. Pagi, pukul 06:30 – 09:30 WIB
2. Sore, pukul 16:00 – 19:00 WIB

Penelitian ini dilakukan selama tiga jam yang dibagi menjadi beberapa interval waktu, yaitu setiap 15 (lima belas) menit yang digunakan untuk menentukan jam puncak pada saat melaksanakan pengamatan.

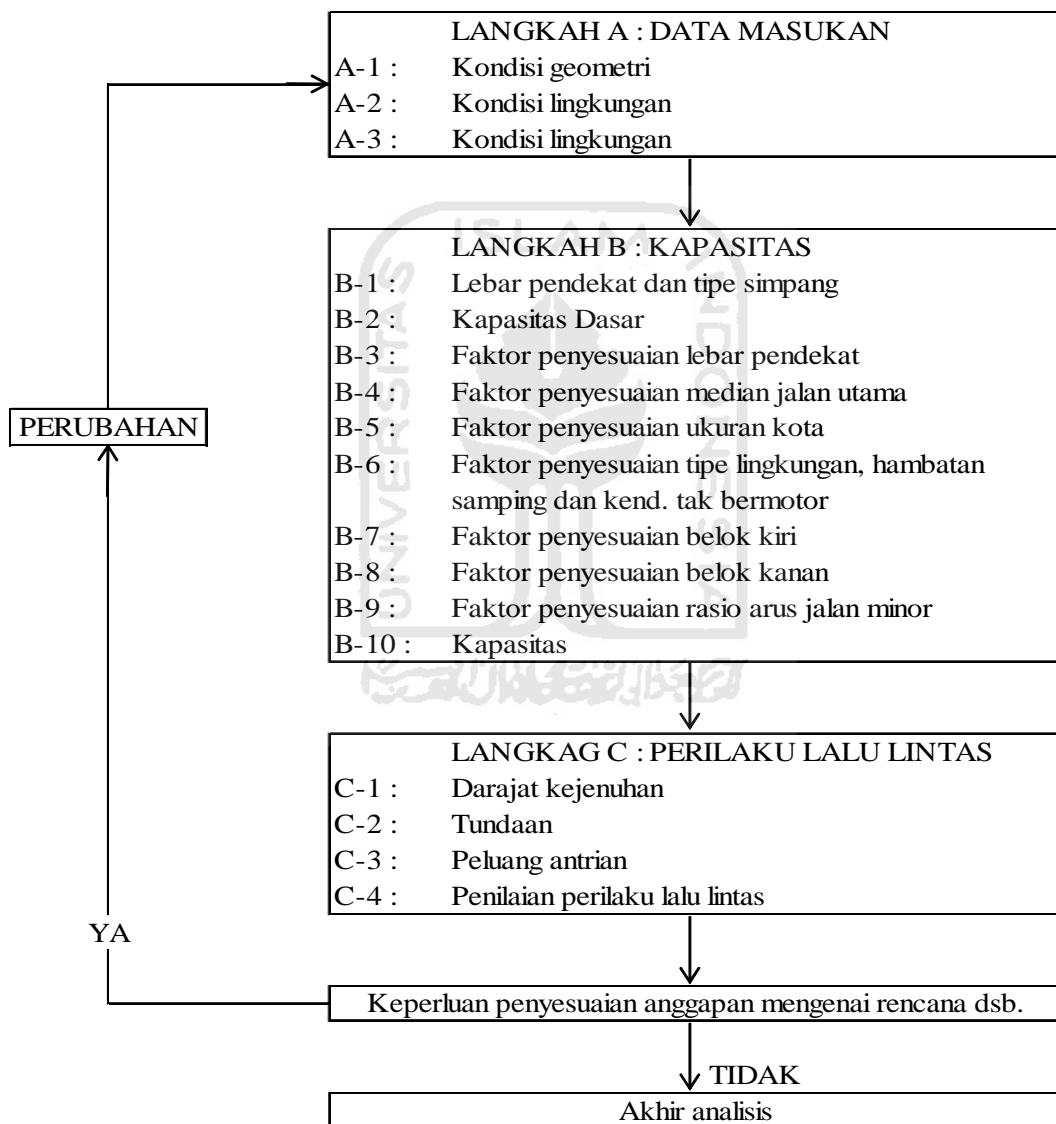
Pengambilan data geometri pada simpang dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu arus lalu lintas pada simpang tersebut.

4.4 ANALISIS DATA

Data primer dan data sekunder yang telah diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan kemudian digunakan sebagai bahan masukan untuk perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrian dengan menggunakan formulir analisa untuk simpang tak bersinyal yang terdapat pada MKJI 1997,

sehingga dari hitungan tersebut bisa diketahui tingkat kinerja dari simpang tak bersinyal saat ini berdasarkan MKJI 1997.

Metode yang umum digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi pada saat pejalan kaki menyeberangi jalan adalah melalui pengukuran konflik berdasarkan volume penyeberang jalan dan volume kendaraan bermotor. Berikut ini adalah gambar bagan alir untuk analisis kinerja simpang tak bersinyal dengan metode MKJI 1997.

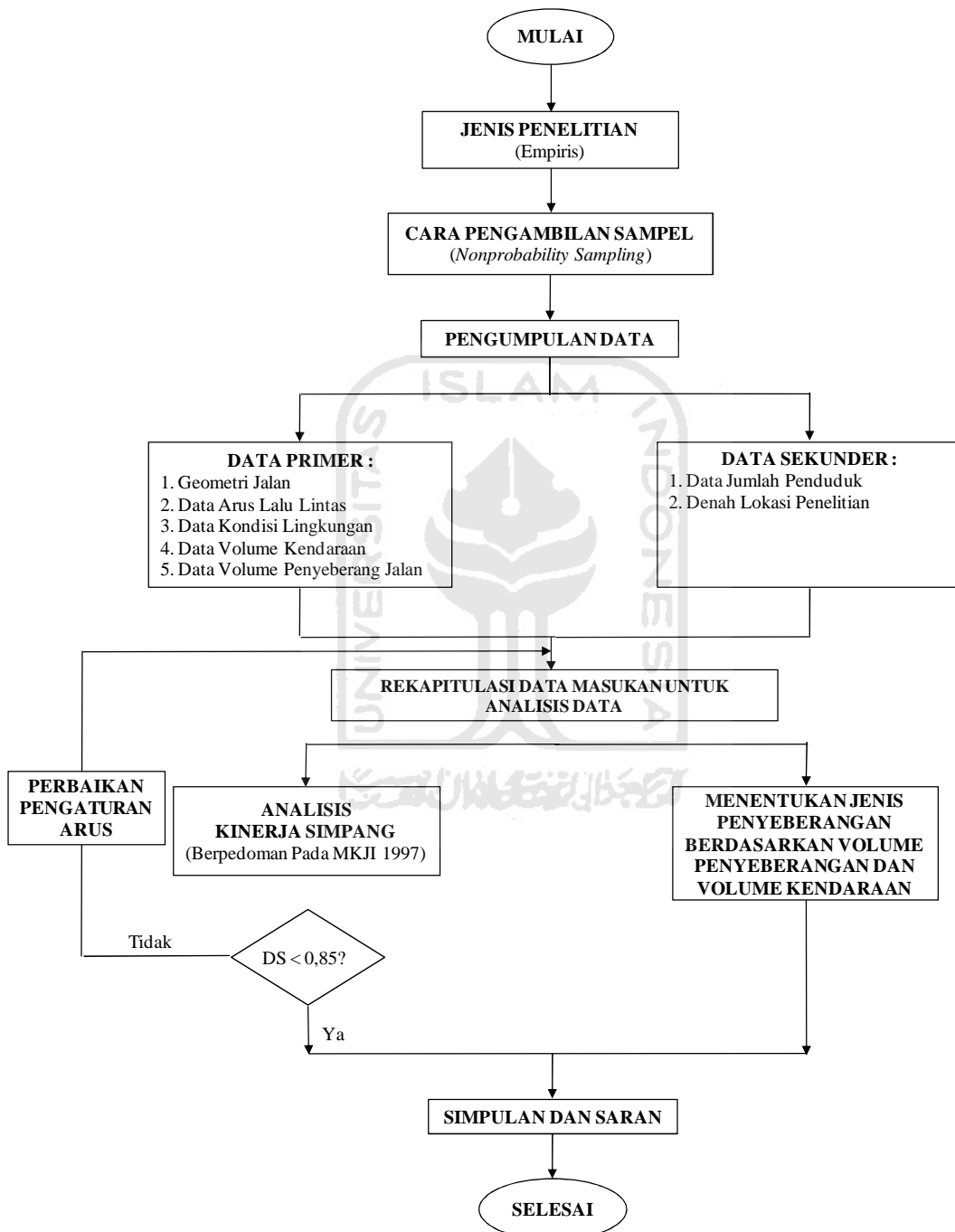


Gambar 4.1 Bagan Alir Analisis Simpang Tak Bersinyal

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

4.5 BAGAN ALIR METODE PENELITIAN

Proses dari pengumpulan data hingga simpulan dan saran dapat dilihat pada bagan alir sebagai berikut (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Bagan Alir Metode Penelitian

Sumber: Hasil Penelitian, 2011

BAB V

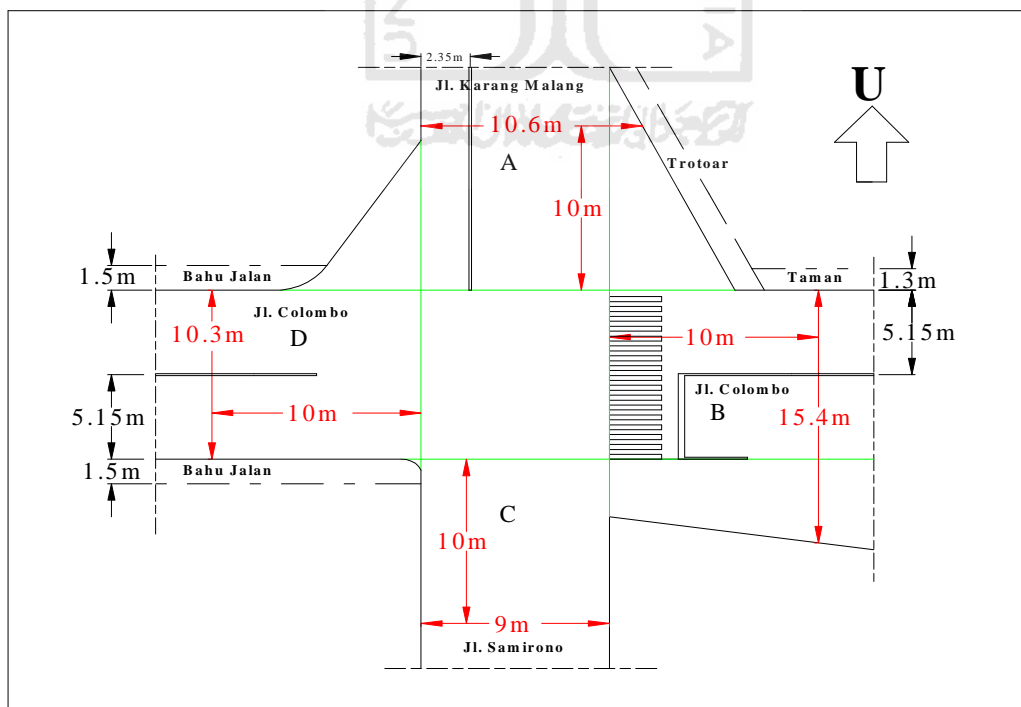
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA MASUKAN

Data masukan meliputi kondisi geometri, kondisi lingkungan dan volume lalu lintas yang diperoleh melalui survei langsung di lokasi.

1. Kondisi geometri

Dari hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan, diperoleh lebar jalur Jalan Colombo arah Barat sebagai jalan *mayor*/utama sebesar 10,3 m lebar jalur Jalan Colombo arah Timur sebagai jalan *mayor*/utama sebesar 15,4 m, lebar jalur Jalan Karang Malang sebagai jalan *minor* sebesar 4,7 m dan lebar jalur Jalan Samirono sebagai jalan *minor* sebesar 9 m. Simpang ini tidak dilengkapi dengan fasilitas berupa rambu lalu lintas yang berguna untuk pengaturan lalu lintas dan keamanan pengemudi seperti tanda *stop* dan lampu lalu lintas. Selengkapnya dapat dilihat dalam Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Sketsa Kondisi Geometri

Survei yang dilakukan meliputi pengukuran lebar tiap lengan simpang, penentuan lebar pendekat, pengukuran bahu jalan dan pencatatan fasilitas lain. Data ini dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Lengan Simpang

Pendekat	Lebar Jalan (m)	Lebar Pendekat (m)	Marka Jalan	Median	Bahu Jalan (m)
Utara	10,6	8,25	Ada	-	-
Selatan	9	4,5	-	-	-
Timur	15,4	10,25	Ada	-	1,5
Barat	10,3	5,15	Ada	-	1,5

Sumber: Data Lapangan Simpang Samirono

2. Kondisi lalu lintas

Survei dilakukan selama 3 hari yaitu Senin 19 Desember 2011, Rabu 14 Desember 2011, dan Sabtu 17 Desember 2011. Hasil survei ketiga hari tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran I. Kemudian dari data tersebut didapatkan kondisi lalu lintas pada waktu sibuk meliputi waktu sibuk pagi dan sore.

Volume lalu lintas dicatat per 15 menit agar mendapatkan data yang lebih akurat yang kemudian diolah untuk menjadi volume lalu lintas tiap jam. Untuk menentukan waktu sibuk yaitu dengan memilih volume lalu lintas tiap jam yang terbesar. Setelah didapatkan data volume lalu lintas untuk tiap jam (smp/jam) dari periode pengamatan (pagi dan sore) masing-masing untuk hari Senin, Rabu dan Sabtu, maka selanjutnya adalah dengan menjumlahkan volume lalu lintas setiap masing-masing gerakan pada setiap lengan simpang. Untuk menentukan jam sibuk yaitu dengan memilih volume lalu lintas terbanyak pada setiap periode (pagi dan sore). Data volume jam puncak simpang Samirono dapat dilihat pada Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Volume Jam Puncak Simpang

Interval Waktu	Total Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
	Senin 19/12/2011	Rabu 14/12/2011	Sabtu 17/12/2011
06.30 - 07.30	3304	3917	2325
06.45 - 07.45	3261	3952	2715
07.00 - 08.00	3210	3745	2944
07.15 - 08.15	3361	3471	3152
07.30 - 08.30	3506	3479	3401
07.45 - 08.45	3678	3351	3448
08.00 - 09.00	3713	3502	3567
08.15 - 09.15	3649	3717	3760
08.30 - 09.30	3601	3709	3723
15.00 - 16.00	4728	4655	4345
15.15 - 16.15	4556	4670	4363
15.30 - 16.30	4435	4574	4425
15.45 - 16.45	4274	4537	4385
16.00 - 17.00	4031	4388	4285
16.15 - 17.15	3940	4443	4066
16.30 - 17.30	3785	4582	3707
16.45 - 17.45	3541	4639	3456
17.00 - 18.00	3321	4546	3182
Puncak	4728	4670	4425

Sumber: Perhitungan Data Lapangan

Dari hasil survei yang dilakukan, didapatkan volume kendaraan (smp/jam) pada simpang Samirano yang tertinggi adalah pada hari Senin 19 Desember 2011 pukul 15:00 – 16:00 WIB sore, yaitu 4728 smp/jam. Data volume ini akan menjadi acuan yang dipakai dalam analisis simpang tak bersinyal Samirano. Pengumpulan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran I.

Setelah diketahui arus lalu lintas pada jam puncak, maka dilakukan perhitungan rasio belok dan rasio arus jalan minor. Hasil perhitungan adalah sebagai berikut (Lampiran II hal.1).

a. Rasio berbelok:

$$\begin{aligned}
 PLT &= Q_{LT} / Q_{MV} \\
 &= 514 / 4728 = 0,1088
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{RT} &= Q_{RT} / Q_{MV} \\ &= 568 / 4728 = 0,1201 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_T &= P_{LT} + P_{RT} \\ &= 0,1088 + 0,1201 = 0,2289 \end{aligned}$$

b. Rasio Jalan Minor / (Jalan. Utama + Minor) total.

$$\begin{aligned} P_{MI} &= Q_{MI} / Q_{MV} \\ &= 812 / 4728 = 0,1717 \end{aligned}$$

c. Rasio kendaraan tak bermotor (UM / MV)

$$\begin{aligned} P_{UM} &= Q_{UM} / Q_{MV} \\ &= 244 / 4728 = 0,0297 \end{aligned}$$

3. Kondisi lingkungan

Tiga faktor yang ditinjau untuk menentukan kondisi lingkungan yaitu tipe lingkungan jalan, kelas ukuran kota dan tipe hambatan samping.

a. Tipe lingkungan jalan

Simpang yang diteliti berada di kawasan pendidikan, rumah makan, pemukiman, dan pertokoan. Menurut MKJI kondisi lingkungan ini termasuk dalam golongan lingkungan jalan tipe komersial (COM).

b. Kelas Ukuran Kota

Dari data kantor Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2010, jumlah penduduk di Sleman sebesar 1.093.110 jiwa, sehingga berdasarkan Tabel 3.4 faktor penyesuaian ukuran kota termasuk dalam kategori kota dengan jumlah penduduk besar.

c. Tipe hambatan samping

Dari hasil survei dan pengamatan dilapangan pada simpang Samirono ini tergolong tingkat hambatan samping tinggi.

5.2 PERHITUNGAN KAPASITAS

Semua hasil perhitungan kapasitas dimasukkan dalam formulir USIG-II sesuai dengan kondisi masing-masing. Untuk analisis pada saat sekarang dapat dilihat pada formulir USIG-II (Lampiran II hal.2).

1. Menentukan lebar pendekatan dan tipe simpang

a. Lebar pendekatan jalan minor

$$\begin{aligned} W_A &= A \\ &= 8,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_C &= C / 2 \\ &= 9 / 2 = 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{AC} &= (W_A + W_C) / 2 \\ &= (8,25 + 4,5) / 2 = 6,4 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Lebar pendekat jalan utama

$$\begin{aligned} W_B &= B \\ &= 10,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_D &= D / 2 \\ &= 10,3 / 2 = 5,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{BD} &= (W_B + W_D) / 2 \\ &= (10,25 + 5,15) / 2 = 7,7 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor

$$\begin{aligned} W_1 &= (W_A + W_B + W_C + W_D) / 4 \\ &= (8,25 + 10,25 + 4,5 + 5,15) / 4 = 7,0 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Jumlah Lajur

Jumlah lajur untuk jalan utama adalah 2 lajur dan jumlah lajur jalan minor adalah 2 lajur.

e. Tipe Simpang

Tipe simpang ditulis berdasarkan Tabel 3.2 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 11. Tipe simpang pada simpang ini adalah IT = 422.

2. Kapasitas dasar (Co)

Variabel masukan adalah tipe IT = 422, dari Tabel 3.5 diperoleh kapasitas dasar $C_o = 2900 \text{ smp/jam}$.

3. Faktor Penyesuaian Kapasitas

a. Lebar pendekatan rata-rata (Fw)

Penyesuaian lebar pendekat diperoleh dari grafik Gambar 3.3 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 21. Untuk simpang 422 menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_w &= 0,70 + 0,0866 W_1 \\ &= 0,70 + 0,0866 \times 7,0 \\ &= 1,309 \end{aligned}$$

b. Median jalan utama (F_M)

Nilai median jalan utama diperoleh dari Tabel 3.7. Untuk jalan utama yang tidak ada median adalah $F_M = 1,00$.

c. Ukuran kota (F_{cs})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.8. Berdasarkan variabel jumlah penduduk Kota Sleman tahun 2010 yaitu 1.093.110 jiwa didapat nilai $F_{cs} = 1,00$.

d. Tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}).

Faktor ini dihitung berdasarkan Tabel 3.9. Rasio kendaraan tak bermotor $P_{UM} = 0,0297$ dengan anggapan tingkat hambatan samping tinggi. Didapat nilai $F_{RSU} = 0,93$.

e. Belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dari grafik Gambar 3.4.

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61 P_{LT} \\ &= 0,84 + 1,61 \times 0,1088 \\ &= 1,015 \end{aligned}$$

f. Belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari grafik Gambar 3.5 untuk simpang 4 lengan, $F_{RT} = 1,0$.

g. Rasio arus jalan minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ditentukan dari grafik Gambar 3.6 dengan variabel masukan adalah rasio arus jalan *minor* $P_{MI} = 0,1717$ (USIG-1 kolom 27) dan tipe simpang IT = 422.

$$\begin{aligned} F_{MI} &= 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,1717^2 - 1,19 \times 0,1717 + 1,19 \\ &= 1,021 \end{aligned}$$

h. Kapasitas (C)

Berdasarkan Rumus 3.1 diperoleh:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\ &= 2900 \times 1,309 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,015 \times 1,0 \times 1,021 \\ &= 3659 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5.3 PERILAKU LALU LINTAS

Kinerja lalu lintas dihitung dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II (Lampiran II hal 2).

1. Arus Lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas total $Q_{MV} = 4728$ smp/jam diperoleh dari formulir (USIG-1 baris 23 - kolom 10).

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Dengan Rumus 3.4 untuk $Q_{MV} = 4728$ smp/jam dan $C = 3659$ smp/jam didapat:

$$\begin{aligned} DS &= Q_{MV} / C \\ &= 4728 / 3659 \\ &= 1,292 \end{aligned}$$

3. Tundaan Lalu lintas

a. Tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas simpang dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.7 atau menggunakan rumus 3.8 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 32.

$$\begin{aligned} DT_1 &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times DS)} - (1-DS) \times 2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 1,292)} - (1-1,292) \times 2 \\ &= 102,068 \end{aligned}$$

b. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

Tundaan lalu lintas jalan utama dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.8 atau menggunakan rumus 3.10 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 33.

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times DS)} - (1-DS) \times 1,8$$

$$= \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times 1,292)} - (1 - 1,292) \times 1,8$$

$$= 37,851$$

c. Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung menggunakan rumus 3.11.

$$DT_{MI} = \frac{(Q_{total} \times DT_1) - (Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}}$$

$$= \frac{(4728 \times 102,068) - (3916 \times 37,851)}{812}$$

$$= 411,793$$

d. Tundaan geometri simpang (DG)

Karena derajat kejenuhan pada simpang ini 1,292 ($DS > 1,00$) maka nilai $DG = 4$.

e. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dihitung dari penjumlahan tundaan geometri simpang dengan tundaan lalu lintas simpang.

$$D = DG + DT_1$$

$$= 4 + 102,068$$

$$= 106,068$$

4. Peluang antrian ($QP\%$)

Peluang antrian dihitung dari grafik Gambar 3.9 atau dengan menggunakan rumus 3.12 dan 3.13.

Batas bawah :

$$QP \% = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3)$$

$$= (9,02 \times 1,292) + (20,66 \times 1,292^2) + (10,49 \times 1,292^3)$$

$$= 68,78 \%$$

Batas Atas :

$$QP \% = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3)$$

$$= (47,71 \times 1,292) - (24,68 \times 1,292^2) + (56,47 \times 1,292^3)$$

$$= 142,26 \%$$

5. Sasaran

Hasil yang didapat dari perhitungan yaitu $DS = 1,292 > 0,85$.

Tabel 5.3 Hasil Pengolahan Data pada Kondisi Awal

Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) detik/smp	Peluang Antrian (QP) %
2900	3659	4728	1,292	106,068	68,78 – 142,26

Sumber: Hasil Analisis

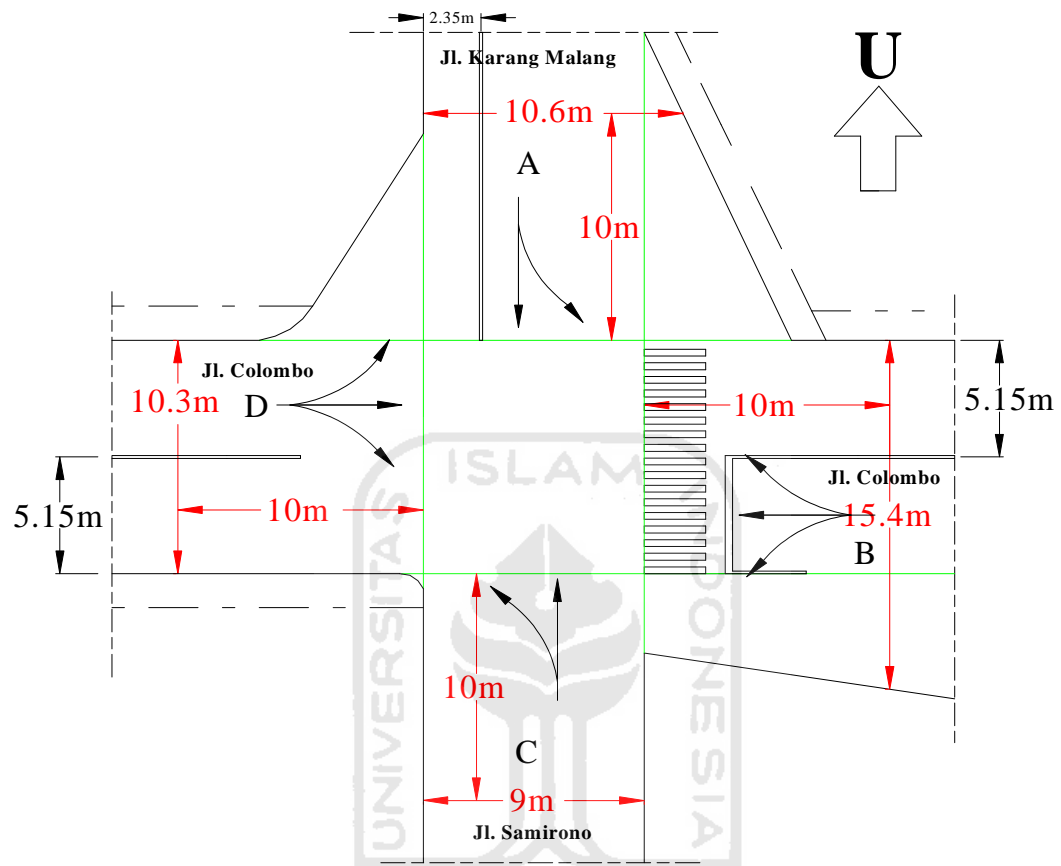
Dari hasil analisis pada kondisi awal didapatkan nilai kapasitas sebesar = 3659 smp/jam, arus lalu lintas = 4728 smp/jam, tundaan = 106,068 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar = 1,292 nilai ini jauh dari nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu DS sebesar = 0,85. Dikarenakan nilai DS yang melebihi nilai yang disarankan oleh MKJI 1997 maka perlu diadakan rekayasa perancangan.

5.4 ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Setelah data survei dianalisis menggunakan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) diketahui bahwa simpang empat Jln. Colombo, Jln. Karang Malang dan Jln. Samirono, Sleman, Yogyakarta mengalami permasalahan dengan kapasitas. Suatu simpang dikatakan bermasalah jika derajat kejenuhan pada simpang tersebut memiliki $DS > 0,85$, dengan demikian diperlukan adanya manajemen lalu lintas yang lebih baik yaitu dengan melakukan perubahan sistem jalan secara fisik maupun pengaturan terhadap arus lalu lintas (non fisik).

5.4.1 ALTERNATIF I: Larangan Belok Kanan pada Jalan Minor

Kondisi geometri di simpang Samirono untuk alternatif I dapat dilihat pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Kondisi Geometri Simpang Alternatif I

1. Menentukan lebar pendekat dan tipe simpang:

a. Lebar pendekatan jalan minor

$$\begin{aligned} W_A &= A \\ &= 8,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_C &= C / 2 \\ &= 9 / 2 = 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{AC} &= (W_A + W_C) / 2 \\ &= (8,25 + 4,5) / 2 = 6,4 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Lebar pendekat jalan utama

$$\begin{aligned} W_B &= B \\ &= 10,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_D &= D / 2 \\ &= 10,3 / 2 = 5,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{BD} &= (W_B + W_D) / 2 \\ &= (10,25 + 5,15) / 2 = 7,7 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor

$$\begin{aligned} W_1 &= (W_A + W_B + W_C + W_D) / 4 \\ &= (8,25 + 10,25 + 4,5 + 5,15) / 4 = 7,0 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Jumlah Lajur

Jumlah lajur untuk jalan utama adalah 2 lajur dan jumlah lajur jalan minor adalah 2 lajur.

e. Tipe Simpang

Tipe simpang ditulis berdasarkan Tabel 3.1 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 11. Tipe simpang pada simpang ini adalah IT = 422.

2. Kapasitas dasar (Co)

Variabel masukan adalah tipe IT = 422, dari Tabel 3.5 diperoleh kapasitas dasar $C_o = 2900 \text{ smp/jam}$.

3. Faktor Penyesuaian Kapasitas

a. Lebar pendekatan rata-rata (Fw)

Penyesuaian lebar pendekat diperoleh dari grafik Gambar 3.1 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 21. Untuk simpang 422 menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_w &= 0,70 + 0,0866 W_1 \\ &= 0,70 + (0,0866 \times 7,0) \\ &= 1,309 \end{aligned}$$

b. Median jalan utama (F_M)

Nilai median jalan utama diperoleh dari Tabel 3.6. Untuk jalan utama yang tidak ada median adalah $F_M = 1,00$.

c. Ukuran kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.7. Berdasarkan variabel jumlah penduduk Kota Sleman tahun 2010 yaitu 1.093.110 jiwa didapat nilai $F_{CS} = 1,00$.

d. Tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}).

Faktor ini dihitung berdasarkan Tabel 3.8. Rasio kendaraan tak bermotor $P_{UM} = 0,0297$ dengan anggapan tingkat hambat samping tinggi. Didapat nilai $F_{RSU} = 0,93$.

e. Belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dari grafik Gambar 3.2.

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61 P_{LT} \\ &= 0,84 + 1,61 \times 0,1858 \\ &= 1,139 \end{aligned}$$

f. Belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari grafik Gambar 3.3 untuk simpang 4 lengan, $F_{RT} = 1,0$.

g. Rasio arus jalan minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ditentukan dari grafik Gambar 3.4 dengan variabel masukan adalah rasio arus jalan *minor* $P_{MI} = 0,1717$ (USIG-1 kolom 27) dan tipe simpang IT = 422.

$$\begin{aligned} F_{MI} &= 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,1717^2 - 1,19 \times 0,1717 + 1,19 \\ &= 1,021 \end{aligned}$$

h. Kapasitas (C)

Berdasarkan Rumus 3.1 diperoleh:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\ &= 2900 \times 1,309 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,139 \times 1,0 \times 1,021 \\ &= 4106 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4. Perilaku Lalu Lintas

a. Arus Lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas total $Q_{MV} = 4728$ smp/jam diperoleh dari formulir (USIG-1 baris 23 - kolom 10).

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Dengan Rumus 3.4 untuk $Q_{MV} = 4728$ smp/jam dan $C = 4106$ smp/jam didapat:

$$\begin{aligned} DS &= Q_{MV} / C \\ &= 4728 / 4106 = 1,151 \end{aligned}$$

c. Tundaan Lalu lintas

1) Tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas simpang dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.5 atau menggunakan rumus 3.8 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 32.

$$\begin{aligned} DT_1 &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times DS)} - (1-DS) \times 2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 1,151)} - (1-1,151) \times 2 \\ &= 27,186 \end{aligned}$$

2) Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

Tundaan lalu lintas jalan utama dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.6 atau menggunakan rumus 3.10 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 33.

$$\begin{aligned} DT_{MA} &= \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times DS)} - (1-DS) \times 1,8 \\ &= \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times 1,151)} - (1-1,151) \times 1,8 \\ &= 17,013 \end{aligned}$$

3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung menggunakan rumus 3.11.

$$\begin{aligned} DT_{MI} &= \frac{(Q_{total} \times DT_1) - (Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}} \\ &= \frac{(4728 \times 27,186) - (3916 \times 17,013)}{812} \\ &= 76,250 \end{aligned}$$

4) Tundaan geometri simpang (DG)

Karena derajat kejenuhan pada simpang ini 1,151 ($DS > 1,00$) maka nilai DG = 4.

5) Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dihitung dari penjumlahan tundaan geometri simpang dengan tundaan lalu lintas simpang.

$$\begin{aligned} D &= DG + DT_1 \\ &= 4 + 27,186 \\ &= 31,186 \end{aligned}$$

5. Peluang antrian (QP%)

Peluang antrian dihitung dari grafik Gambar 3.7 atau dengan menggunakan rumus 3.12 dan 3.13.

Batas bawah:

$$\begin{aligned} QP \% &= (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \\ &= (9,02 \times 1,151) + (20,66 \times 1,151^2) + (10,49 \times 1,151^3) \\ &= 53,79 \% \end{aligned}$$

Batas Atas:

$$\begin{aligned} QP \% &= (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \\ &= (47,71 \times 1,151) - (24,68 \times 1,151^2) + (56,47 \times 1,151^3) \\ &= 108,42 \% \end{aligned}$$

6. Sasaran

Hasil yang didapat dari perhitungan yaitu $DS = 1,151 > 0,85$.

Tabel 5.4 Hasil Pengolahan Data pada Alternatif I

Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) detik/smp	Peluang Antrian (QP) %
2900	4106	4728	1,151	31,186	53,79 – 108,42

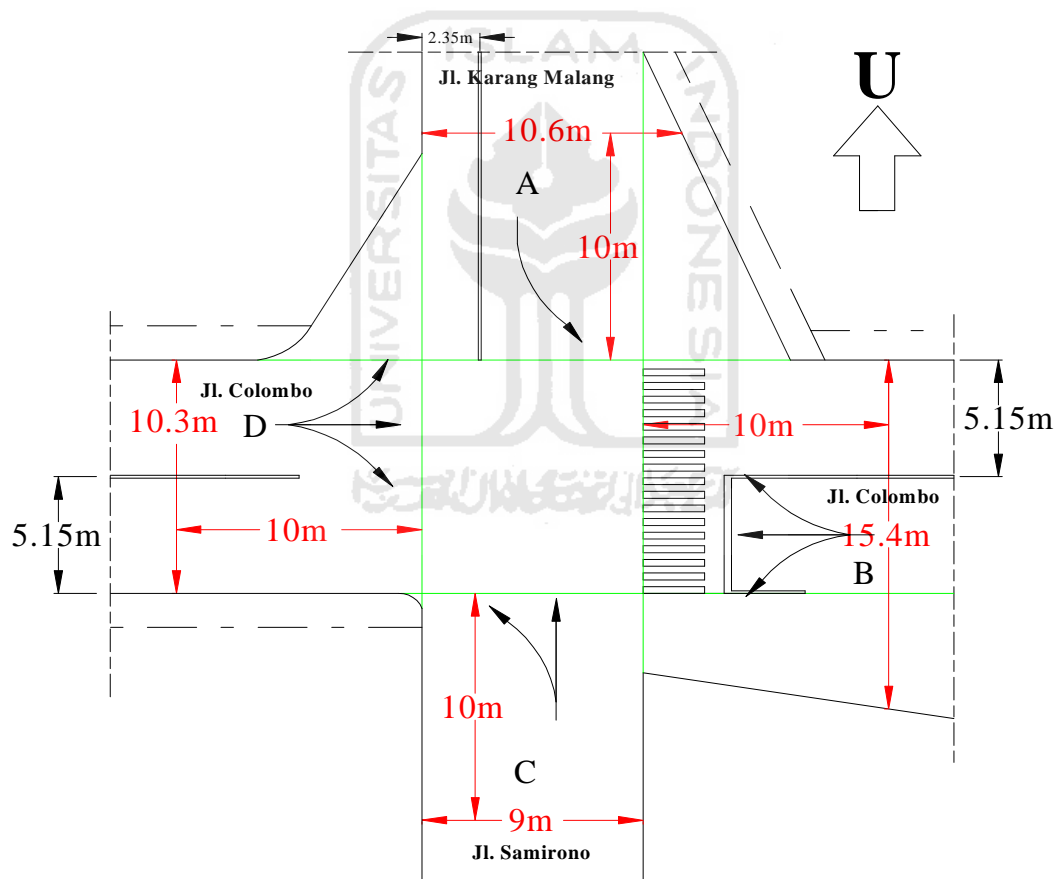
Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis pada skenario ini didapatkan nilai kapasitas sebesar = 4106 smp/jam, arus lalu lintas = 4728 smp/jam, tundaan = 31,186 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar = 1,151 nilai ini jauh dari nilai derajat

kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu DS sebesar = 0,85. Dikarenakan nilai DS yang melebihi nilai yang disarankan oleh MKJI 1997 maka perlu diadakan rekayasa perancangan. Rekayasa yang akan dilakukan adalah larangan belok kanan pada jalan minor (Alternatif I), kombinasi larangan lurus untuk jalan Karang Malang.

5.4.2 ALTERNATIF II: Kombinasi Larangan Lurus Untuk Jalan Karang Malang

Kondisi geometri di simpang Samirono untuk alternatif II dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3 Kondisi Geometri Simpang Alternatif II

1. Menentukan lebar pendekat dan tipe simpang:

a. Lebar pendekatan jalan minor

$$\begin{aligned} W_A &= A \\ &= 8,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_C &= C / 2 \\ &= 9 / 2 = 4,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{AC} &= (W_A + W_C) / 2 \\ &= (8,25 + 4,5) / 2 = 6,4 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Lebar pendekat jalan utama

$$\begin{aligned} W_B &= B \\ &= 10,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_D &= D / 2 \\ &= 10,3 / 2 = 5,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{BD} &= (W_B + W_D) / 2 \\ &= (10,25 + 5,15) / 2 = 7,7 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor

$$\begin{aligned} W_1 &= (W_A + W_B + W_C + W_D) / 4 \\ &= (8,25 + 10,25 + 4,5 + 5,15) / 4 = 7,0 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Jumlah Lajur

Jumlah lajur untuk jalan utama adalah 2 lajur dan jumlah lajur jalan minor adalah 2 lajur.

e. Tipe Simpang

Tipe simpang ditulis berdasarkan Tabel 3.1 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 11. Tipe simpang pada simpang ini adalah IT = 422.

2. Kapasitas dasar (Co)

Variabel masukan adalah tipe IT = 422, dari Tabel 3.5 diperoleh kapasitas dasar $C_o = 2900 \text{ smp/jam}$.

3. Faktor Penyesuaian Kapasitas

a. Lebar pendekatan rata-rata (F_w)

Penyesuaian lebar pendekat diperoleh dari grafik Gambar 3.1 dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 21. Untuk simpang 422 menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_w &= 0,70 + 0,0866 W_1 \\ &= 0,70 + 0,0866 \times 7,0 = 1,309 \end{aligned}$$

b. Median jalan utama (F_M)

Nilai median jalan utama diperoleh dari Tabel 3.6. Untuk jalan utama yang tidak ada median adalah $F_M = 1,00$.

c. Ukuran kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.7. Berdasarkan variabel jumlah penduduk Kota Sleman tahun 2010 yaitu 1.093.110 jiwa didapat nilai $F_{CS} = 1,00$.

d. Tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}).

Faktor ini dihitung berdasarkan Tabel 3.8. Rasio kendaraan tak bermotor $P_{UM} = 0,0297$ dengan anggapan tingkat hambat samping tinggi. Didapat nilai $F_{RSU} = 0,93$.

e. Belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dari grafik Gambar 3.2.

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61 P_{LT} \\ &= 0,84 + 1,61 \times 0,2127 \\ &= 1,182 \end{aligned}$$

f. Belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari grafik Gambar 3.3 untuk simpang 4 lengan, $F_{RT} = 1,0$.

g. Rasio arus jalan minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ditentukan dari grafik Gambar 3.4 dengan variabel masukan adalah rasio arus jalan *minor* $P_{MI} = 0,1717$ (USIG-1 kolom 27) dan tipe simpang IT = 422.

$$\begin{aligned} F_{MI} &= 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,1717^2 - 1,19 \times 0,1717 + 1,19 = 1,021 \end{aligned}$$

h. Kapasitas (C)

Berdasarkan Rumus 3.1 diperoleh:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\ &= 2900 \times 1,309 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,182 \times 1,0 \times 1,021 \\ &= 4262 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4. Perilaku Lalu Lintas

a. Arus Lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas total $Q_{MV} = 4728$ smp/jam diperoleh dari formulir (USIG-1 baris 23 - kolom 10).

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Dengan Rumus 3.4 untuk $Q_{MV} = 4728$ smp/jam dan $C = 4262$ smp/jam didapat:

$$\begin{aligned} DS &= Q_{MV} / C \\ &= 4728 / 4262 \\ &= 1,109 \end{aligned}$$

c. Tundaan Lalu lintas

1) Tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas simpang dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.5 atau menggunakan rumus 3.8 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 32.

$$\begin{aligned} DT_1 &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 1,109)} - (1 - 1,109) \times 2 \\ &= 22,253 \end{aligned}$$

2) Tundaan lalu lintas jalan jalan utama (DT_{MA})

Tundaan lalu lintas jalan utama dihitung berdasarkan grafik Gambar 3.6 atau menggunakan rumus 3.10 ($DS > 0,6$) dan hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 33.

$$\begin{aligned} DT_{MA} &= \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times DS)} - (1 - DS) \times 1,8 \\ &= \frac{1,05034}{0,346 - (0,24 \times 1,109)} - (1 - 1,109) \times 1,8 = 14,565 \end{aligned}$$

3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung menggunakan rumus 3.11.

$$\begin{aligned} DT_{MI} &= \frac{(Q_{total} \times DT_1) - (Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}} \\ &= \frac{(4728 \times 22,253) - (3916 \times 14,565)}{812} \\ &= 59,330 \end{aligned}$$

4) Tundaan geometri simpang (DG)

Karena derajat kejenuhan pada simpang ini 1,109 ($DS > 1,00$) maka nilai $DG = 4$.

5) Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dihitung dari penjumlahan tundaan geometri simpang dengan tundaan lalu lintas simpang.

$$\begin{aligned} D &= DG + DT_1 \\ &= 4 + 22,253 \\ &= 26,253 \end{aligned}$$

5. Peluang antrian ($QP\%$)

Peluang antrian dihitung dari grafik Gambar 3.7 atau dengan menggunakan rumus 3.12 dan 3.13.

Batas bawah:

$$\begin{aligned} QP \% &= (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \\ &= (9,02 \times 1,109) + (20,66 \times 1,109^2) + (10,49 \times 1,109^3) \\ &= 49,75 \% \end{aligned}$$

Batas Atas:

$$\begin{aligned} QP \% &= (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \\ &= (47,71 \times 1,109) - (24,68 \times 1,109^2) + (56,47 \times 1,109^3) \\ &= 99,65 \% \end{aligned}$$

6. Sasaran

Hasil yang didapat dari perhitungan yaitu $DS = 1,109 > 0,85$.

Tabel 5.5 Hasil Pengolahan Data pada Alternatif II

Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) detik/smp	Peluang Antrian (QP) %
2900	4262	4728	1,109	26,253	49,75 – 99,65

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis pada skenario ini didapatkan nilai kapasitas sebesar = 4262 smp/jam, arus lalu lintas = 4728 smp/jam, tundaan = 26,253 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar = 1,109 nilai ini jauh dari nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu DS sebesar = 0,85. Dikarenakan nilai DS yang melebihi nilai yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal, maka akan dicoba skenario lain.

5.4.3 ALTERNATIF III: Analisis Simpang Bersinyal

Untuk keperluan analisis perhitungan menggunakan data pada hari Senin, 19 Desember 2011, jam puncak Sore (15:00 – 16:00 WIB). Data ini dianggap mewakili data-data lainnya karena mempunyai volume arus lalu lintas tertinggi. Analisis yang dilakukan dengan cara mengisi tabel-tabel berdasarkan format MKJI 1997, untuk simpang bersinyal digunakan:

1. Formulir SIG - I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
2. Formulir SIG - II : arus lalu lintas
3. Formulir SIG - III : waktu antar hijau dan waktu hilang
4. Formulir SIG - IV : penentuan waktu sinyal dan kapasitas
5. Formulir SIG - V : panjang antrian, jmlah kendaraan terhenti dan tundaan.

A. Formulir SIG – I

Pada formulir SIG-I data-data yang tersaji adalah data geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan. Data-data formulir SIG-I adalah sebagai berikut (Lampiran III hal. 1):

Kota	: Sleman
Ukuran kota	: 1.093.110 jiwa
Hari/tanggal	: Senin, 19 Desember 2011
Jumlah fase	: 3 fase

Pada analisis awal ini direncanakan simpang memakai lampu lalu lintas, tanpa mengubah kondisi geometri dan lingkungan. Kondisi geometri dan lingkungan adalah sebagai berikut:

1. Tipe lingkungan jalan:

- Jln. Karang Malang (Utara) : Com
- Jln. Samirono (Selatan) : Res
- Jln. Colombo (Timur) : Com
- Jln. Colombo (Barat) : Com

2. Hambatan samping

Hambatan samping yang terjadi untuk Jln. Colombo termasuk dalam kategori hambatan samping sedang dan untuk Jln Karang Malang dan Jln. Samirono termasuk dalam kategori hambatan samping rendah.

3. Median

Pada simpang ini tidak memiliki median.

4. Kelandaian

Kondisi semua lengan datar dikarenakan kurang dari 9,9% sehingga kelandaiannya = 0%.

5. Belok kiri langsung

Direncanakan tanpa belok kiri langsung pada simpang Samirono.

6. LU : $W_A = 8,25 \text{ m}$

$W_{\text{masuk}} = 8,25 \text{ m}$

$W_{\text{keluar}} = 4,5 \text{ m}$

LS : $W_A = 4,5 \text{ m}$

$W_{\text{masuk}} = 4,5 \text{ m}$

$W_{\text{keluar}} = 2,35 \text{ m}$

LT : $W_A = 10,25 \text{ m}$

$W_{\text{masuk}} = 10,25 \text{ m}$

$W_{\text{keluar}} = 5,15 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 \text{LB : } W_A &= 5,15 \text{ m} \\
 W_{\text{masuk}} &= 5,15 \text{ m} \\
 W_{\text{keluar}} &= 5,15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.6 Data Geometri dan Kondisi Lingkungan Simpang Samirono

Pendekat	Utara	Selatan	Timur	Barat
Tipe lingkungan jalan	Com	Res	Com	Com
Hambatan samping	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
Median	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Belok kiri jalan terus	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Lebar pendekat (m)	8,25	4,5	10,25	5,15
Lebar pendekat masuk (m)	8,25	4,5	10,25	5,15
Lebar Pendekat L_{TOR} (m)	0	0	0	0
Lebar pendekat keluar (m)	4,5	2,35	5,15	5,15

Sumber: Data Lapangan Simpang Samirono

B. Formulir SIG – II

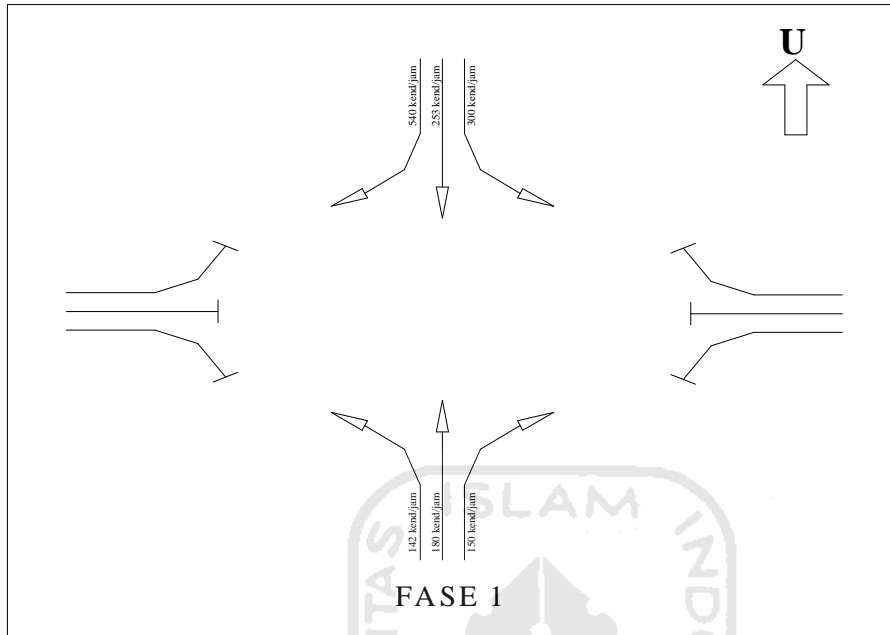
Formulir SIG-II berisikan data arus lalu lintas dan rasio belok simpang Samirono, seperti yang terlihat pada Tabel 5.7 berikut ini:

Tabel 5.7 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok di Simpang Samirono

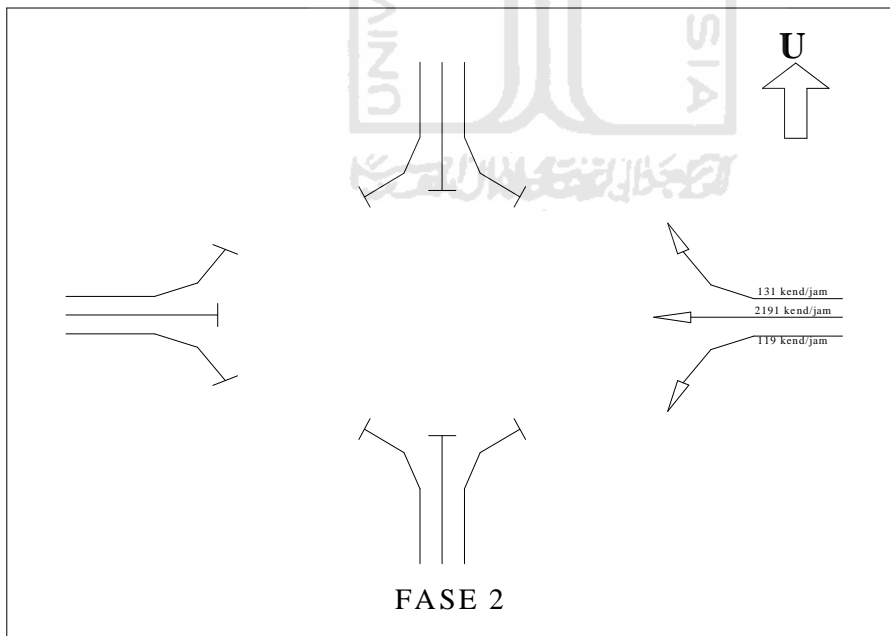
Tipe Kendaraan	Pendekaatan											
	Utara			Selatan			Timur			Barat		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	11	1	24	6	1	7	12	418	9	39	673	20
HV	1	0	3	0	0	1	0	4	2	2	5	0
MC	288	252	514	136	179	142	107	1769	120	354	2883	224
UM	76	8	14	13	23	20	2	15	3	20	35	15
P_{LT}	0,28			0,31			0,04			0,08		
P_{RT}			0,52			0,34			0,04			0,05

Sumber: Hasil Analisis Simpang Samirono

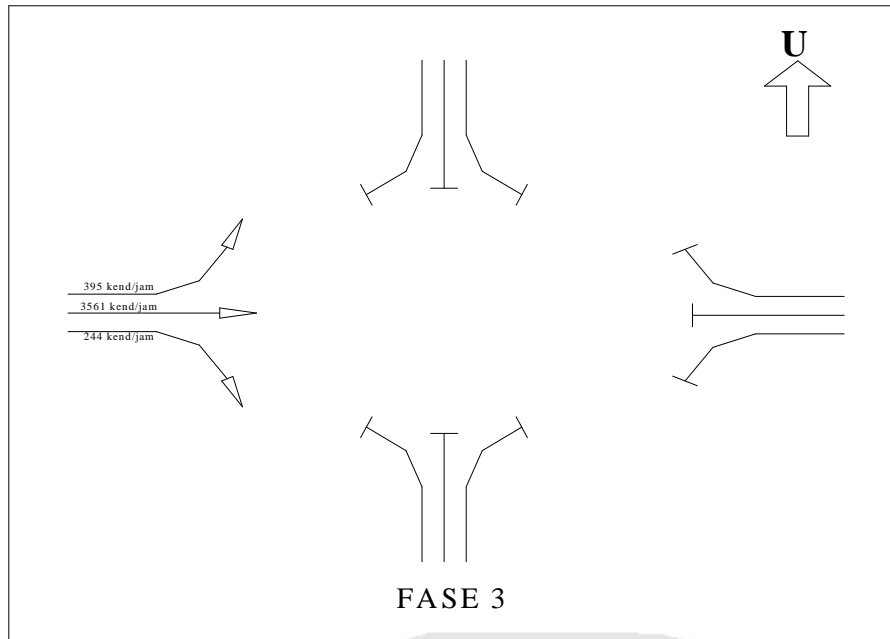
Fase pada simpang Samirano dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5.4 Fase 1 (Utara – Selatan)



Gambar 5.5 Fase 2 (Timur)



Gambar 5.6 Fase 3 (Barat)

C. Formulir SIG – III

1. Menentukan waktu merah semua

Titik konflik kritis pada masing-masing fase adalah yang menghasilkan waktu merah semua terbesar.

- a. Fase 1 – Fase 2: Utara dan Selatan lalu lintas berangkat, Timur lalu lintas datang:

$L_{EV} = 13,725$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LU = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LU sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LT = 4,0$ m, lebar masuk $LT = 5,15$ m dan setengah lebar pendekat $LT = 2,575$ m.

$L_{AV} = 10,125$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LT = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LT sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LS = 4,0$ m dan setengah lebar pendekat $LS = 2,25$ m. Dari MKJI 1997, hal. 2-44, didapat :

$V_{AV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$V_{EV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$I_{EV} = 5$ m untuk LV atau HV

Dengan Rumus 3.21 dihitung nilai waktu merah semua $i = 0,860$ detik. Nilai ini dibulatkan menjadi $i = 1$ detik.

- b. Fase 2 – Fase 3: Timur lalu lintas berangkat, Barat lalu lintas datang:

$L_{EV} = 12,75$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LT = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LT sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LS = 4,0$ m dan jarak berbelok dari garis lurus perpanjangan perkerasan LS sampai setengah lebar pendekat $LB = 8,4$ m.

$L_{AV} = 8,35$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LS = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LS sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LT = 4,0$ m dan setengah lebar pendekat $LU = 2,35$ m. Dari MKJI 1997, hal. 2-44, didapat:

$V_{AV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$V_{EV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$I_{EV} = 5$ m untuk LV atau HV

Dengan Rumus 3.21 dihitung nilai waktu merah semua $i = 1,105$ detik. Nilai ini dibulatkan menjadi $i = 2$ detik.

- c. Fase 3 – Fase 1: Barat lalu lintas berangkat, Utara lalu lintas datang:

$L_{EV} = 12,475$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LB = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LB sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LU = 4,0$ m, lebar masuk $LU = 2,35$ m dan setengah lebar pendekat $LU = 4,125$ m.

$L_{AV} = 8,575$ m, didapat dari lebar penyeberangan $LU = 2,0$ m, jarak dari garis penyeberangan terluar LU sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat $LB = 4,0$ m dan setengah lebar pendekat $LB = 2,575$ m. Dari MKJI 1997, hal. 2-44, didapat:

$V_{AV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$V_{EV} = 10$ m/detik untuk kendaraan bermotor

$I_{EV} = 5$ m untuk LV atau HV

Dengan Rumus 3.21 dihitung nilai waktu merah semua $i = 0,890$ detik. Nilai ini dibulatkan menjadi $i = 1$ detik.

2. Waktu kuning total

Menurut MKJI 1997, panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia adalah 3,0 detik/fase. Untuk kondisi 3 fase dihitung waktu kuning total = 9,0 detik/fase.

3. Waktu hilang total

Dari Rumus 3.22 untuk merah semua total = 4,0 detik, waktu kuning total = 9,0 detik, didapat waktu hilang total (LTI) = 13,0 detik.

D. Formulir SIG – IV

1. Tinjauan terhadap pendekat Utara

a. Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

1) Arus jenuh dasar S_0 , untuk:

Pendekat tipe : berlawanan (O)

Lebar efektif (W_e) : 8,25 meter

Tanpa lajur belok kanan terpisah : $Q_{RT} = 234$ smp/jam
 $Q_{RTO} = 65$ smp/jam

S_0 ditentukan dari grafik Gambar 3.10 diperoleh:

Arus jenuh dasar dengan lebar efektif 9,0 meter ($S_{9,0}$) = 4600

Arus jenuh dasar dengan lebar efektif 8,0 meter ($S_{8,0}$) = 4050

Arus jenuh dasar dengan lebar efektif 8,25 meter ($S_{8,25}$) diperoleh dari hitungan berikut.

$$\begin{aligned} S_{8,25} &= (8,25 - 8,0) \times (S_{9,0} - S_{8,0}) + S_{8,0} \\ &= (8,25 - 8,0) \times (4600 - 4050) + 4050 \\ &= 4187,5 \approx 4187 \text{ smp/jam-hijau} \end{aligned}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota F_{CS}

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.11. Untuk jumlah penduduk Sleman pada tahun 2010 yaitu 1.093.110 jiwa maka didapat $F_{CS} = 1,0$

3) Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF} , untuk:

Lingkungan jalan : komersial

Kelas hambatan samping : rendah

Tipe fase : terlawan

Rasio kendaraan tidak bermotor : 0,0896

Faktor ini dihitung berdasarkan Tabel 3.11 maka didapat $F_{SF} = 0,90$

4) Faktor penyesuaian kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari grafik Gambar 3.12.

Untuk kelandaian 0% maka didapat nilai $F_G = 1,00$

5) Faktor penyesuaian parkir

Jarak dari garis henti sampai kendaraan yang parkir pertama, kemudian dilihat dari grafik Gambar 3.13 didapat $F_P = 1,00$

6) Faktor penyesuaian belok kanan

Dari grafik Gambar 3.16 dengan $P_{RT} = 0,52$ maka didapat nilai $F_{RT} = 1,00$

7) Faktor penyesuaian belok kiri

Dari grafik Gambar 3.15 dengan $P_{LT} = 0,28$ maka didapat nilai $F_{LT} = 1,00$

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \\ &= 4187 \times 1 \times 0,90 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \\ &= 3768 \text{ smp/jam-hijau} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Arus Lalu lintas

$$\begin{aligned} Q &= (LV \times 1,0) + (HV \times 1,3) + (MC \times 0,) \\ &= ((11 + 1 + 24) \times 1,0) + ((1 + 0 + 3) \times 1,3) + ((288 + 252 + 514) \times 0,2) \\ &= 252 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Rasio Arus (FR)

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 252/3768 \\ &= 0,067 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Rasio Arus simpang (IFR)

$$\begin{aligned} IFR &= \sum FR_{crit} \\ &= (0,067 + 0,146 + 0,494) \\ &= 0,706 \end{aligned}$$

e. Perhitungan Rasio Fase (PR)

$$\begin{aligned} PR &= FR_{crit} / IFR \\ &= 0,067 / 0,706 = 0,095 \end{aligned}$$

f. Perhitungan waktu hijau:

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

Keterangan:

g_i = waktu hijau dalam fase-i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik) = 13 detik

c_{ua} = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik) = 83 detik

PR_i = perbandingan fase $F_{rcrit} / \sum F_{rcrit}$

$$g \text{ (Utara dan Selatan)} = (83 - 13) \times 0,095 = 7 \text{ detik}$$

Waktu hijau pada pendekatan Utara – Selatan sebesar 7 detik. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 1997, waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Maka untuk pendekatan Utara dan Selatan digunakan waktu hijau sebesar 10 detik.

g. Waktu Siklus yang disesuaikan (c)

$$\begin{aligned} c &= \sum g + LTI \\ &= (10 + 18 + 60) + 13 \\ &= 101 \text{ detik} \end{aligned}$$

h. Perhitungan Kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned} C &= S \times g/c \\ &= 3768 \times 10/101 \\ &= 373 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

i. Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 252/373 = 0,675 \end{aligned}$$

2. Hasil hitungan terhadap seluruh pendekatan dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan SIG-IV untuk Semua Pendekat

No	Kinerja Lalu Lintas	Pendekat			
		U	S	T	B
1.	Perhitungan Arus Jenuh				
	a. Arus Jenuh Dasar (S_0) smp/jam	4187	1412	6150	3090
	b. Faktor Penyesuaian Kota (F_{CS})	1,00	1,00	1,00	1,00
	c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})	0,90	0,94	0,94	0,94
	d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)	1	1	1	1
	e. Faktor Penyesuaian Belok Kanan: P_{RT} F_{RT}	0,52 1,00	0,34 1,00	0,04 1,01	0,05 1,01
	f. Faktor Penyesuaian Belok Kiri: P_{LT} F_{LT}	0,28 1,00	0,31 1,00	0,04 0,99	0,08 0,99
	g. Nilai Arus Jenuh yang Disesuaikan (S) smp/jam	3768	1327	5807	2902
2.	Perhitungan Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	252	107	846	1433
3.	Perhitungan Rasio Arus (FR)	0,067	0,080	0,146	0,494
4.	Perhitungan Kapasitas (C) smp/jam	373	131	1035	1724
5.	Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)	0,675	0,812	0,817	0,831

Sumber: Hasil Perhitungan Simpang Samirano

E. Formulir SIG – V

1. Tinjauan terhadap pendekat Utara

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri (NQ)

1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya didapat

Untuk $DS > 0,5$ maka :

$$\begin{aligned}
 NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 - \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 373 \times \left[(0,675 - 1) + \sqrt{(0,675 - 1)^2 - \frac{8 \times (0,675 - 0,5)}{373}} \right] \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah

$$\begin{aligned}
 NQ_2 &= C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 101 \times \frac{1 - 0,099}{1 - 0,099 \times 0,675} \times \frac{252}{3600} \\
 &= 6,8 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

3) Jumlah kendaraan antri

$$\begin{aligned} NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\ &= 0,54 + 6,8 \\ &= 7,4 \text{ smp} \end{aligned}$$

4) Jumlah maksimum kendaraan antri (NQ maks)

$$\text{Nilai NQ maks} = 10 \text{ smp}$$

b. Perhitungan panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned} QL &= \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{masuk}} \\ &= \frac{10 \times 20}{8,25} = 25 \text{ meter} \end{aligned}$$

c. Perhitungan rasio kendaraan stop (NS)

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\ &= 0,9 \times \frac{7,4}{252 \times 101} \times 3600 \\ &= 0,94 \text{ stop/smp} \end{aligned}$$

d. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (Nsv)

$$\begin{aligned} N_{sv} &= Q \times NS \\ &= 252 \times 0,94 \\ &= 236 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

e. Perhitungan tundaan

1) Tundaan lalu lintas rata-rata

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\ &= 101 \times 0,435 + \frac{0,54 \times 3600}{373} \\ &= 49,10 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

2) Tundaan geometri rata-rata

$$\begin{aligned} DG &= (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 (P_{sv} \times 4) \\ &= 4,05 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

3) Tundaan rata-rata

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ &= 53,15 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &4) \text{ Tundaan total} \\
 &= D \times Q \\
 &= 53,15 \times 252 \\
 &= 13395 \text{ smp.detik}
 \end{aligned}$$

2. Hasil hitungan terhadap seluruh pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan SIG-V untuk Semua Pendekat

No	Kinerja Lalu Lintas	Pendekat			
		U	S	T	B
1.	Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri (NQ)				
	a. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau semuanya (NQ ₁) smp	0,54	1,48	1,71	1,9
	b. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ ₂) smp	6,8	2,9	22,8	32,3
	c. Jumlah kendaraan antri (NQ) smp	7,4	4,4	24,5	34,2
	d. Jumlah maksimum kendaraan antri (NQ maks)	10	6	34	48
2.	Perhitungan Panjang Antrian (QL) meter	25	27	67	186
3.	Perhitungan Rasio Kendaraan Stop (NS)	0,94	1,33	0,93	0,77
4.	Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti (N _{sv})	236	142	787	1097
5.	Perhitungan Tundaan				
	a. TundaanLalu Lintas raa-rata (DT) detik/smp	49,10	85,15	45,86	20,50
	b. Tundaan geometri rata-rata (DG) detik/smp	4,05	4,02	3,76	3,24
	c. Tundaan rata-rata (D) detik/smp	53,15	89,18	49,61	23,73
	d. Tundaan Total smp.detik	13395	9516	41975	34014

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas, Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus Lalu Lintas Q (smp/jam)	Kapasitas C (smp/jam)	Derajat Kejenuhan DS
Jl. Karang Malang (Utara)	252	373	0,675
Jl. Samirono (Selatan)	107	131	0,812
Jl. Colombi (Timur)	846	1035	0,817
Jl. Colombi (Barat)	1433	1724	0,831

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.11 Hasil Analisis Kinerja Lalu Lintas

Pendekat	Panjang Antrian QL (m)	Jumlah Kendaraan Terhenti N_{SV} (smp/jam)	Tundaan Total $D \times Q$ smp.detik
Jl. Karang Malang (Utara)	25	236	13395
Jl. Samirono (Selatan)	27	142	9516
Jl. Colombi (Timur)	67	787	41975
Jl. Colombi (Barat)	186	1097	34014

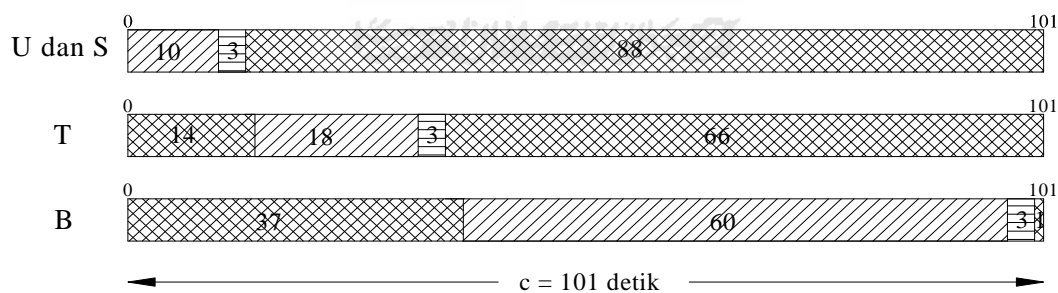
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Waktu Sinyal Lampu Lalu Lintas

Pendekat	Nyala Lampu			<i>AllRed</i> (detik)	Waktu Siklus
	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)		
Jl. Karang Malang (Utara) dan Jl. Samirono (Selatan)	87	3	10	1	101
Jl. Colombi (Timur)	78	3	18	2	101
Jl. Colombi (Barat)	37	3	60	1	101


Sumber: Hasil Perhitungan


Diagram waktu sinyal untuk simpang Samirono dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Diagram Waktu Sinyal

Keterangan:

 = Waktu Hijau

 = Waktu Kuning

 = Waktu Merah

T = Timur

B = Barat

U dan S = Utara dan Selatan

Dari hasil analisis simpang di atas, untuk analisis kinerja simpang di simpang Samirono yang dipakai adalah analisis simpang bersinyal, agar panjang antrian sesuai dengan keadaan di lapangan, serta menghasilkan derajat kejenuhan yang memenuhi syarat sebagai simpang bersinyal menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 1997.

Dari hasil perhitungan simpang Samirono, baik perhitungan untuk simpang tak bersinyal maupun simpang bersinyal dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Rangkuman Analisis Simpang Tak Bersinyal dan Simpang Bersinyal pada Jam Puncak

No.	Jenis simpang	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Simpang (D) detik/smp	Kapasitas (C) smp/jam	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam
1.	Simpang Tak Bersinyal				
	- Eksisting	1,292	106,068	3659	4728
	- Alternatif 1	1,151	31,186	4106	4728
	- Alternatif 2	1,109	26,253	4262	4728
2.	Simpang Bersinyal				
	- Alternatif 3				
	Jln. Karang Malang (Utara)	0,675	53,15	373	252
	Jln. Samirono (Selatan)	0,812	89,18	131	107
	Jln. Colombo (Timur)	0,817	49,61	1035	846
	Jln. Colombo (Barat)	0,831	23,73	1724	1433

Sumber: Hasil Perhitungan Simpang Tak Bersinyal dan Simpang Bersinyal

5.5 ANALISIS KRITERIA JENIS PENYEBERANGAN JALAN

Survei dilakukan di simpang Samirono selama 3 hari yaitu hari Senin 19 Desember 2011, Rabu 14 Desember 2011, dan Sabtu 17 Desember 2011. Hasil survei ketiga hari tersebut dapat dilihat pada Lampiran IV. Dari data tersebut didapatkan kondisi penyeberangan dan kondisi lalu lintas pada waktu sibuk. Data yang dicatat pada lokasi tersebut adalah:

1. Jumlah penyeberang baik yang berjalan, berjalan cepat, berlari dan pejalan yang berhenti ditengah maupun yang menggunakan sepeda dan bersepeda yang berhenti di tengah
2. Jumlah kendaraan roda empat dan sepeda motor yang melalui jalan yang disurvei. Data ini memberikan informasi tentang arus lalu lintas.

Volume penyeberang jalan dan volume arus lalu lintas dicatat per 15 menit yang akan diolah menjadi volume tiap jam. Waktu sibuk ditentukan dengan memilih volume tiap jam yang terbesar. Setelah didapatkan data volume penyeberang jalan tiap jam (orang/jam) dan volume lalu lintas tiap jam (kendaraan/jam), selanjutnya adalah dengan menjumlahkan volume tersebut untuk menentukan jam sibuk yaitu dengan memilih volume penyeberang jalan dan volume lalu lintas terbanyak pada setiap periode (Pagi dan Sore). Data volume jam puncak untuk penyeberang jalan dan data volume jam puncak lalu lintas di simpang Samirono dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Data Volume Jam Puncak

Interval Waktu	Total Volume Penyeberang (orang/jam)			Total Volume Lalu Lintas (kendaraan/jam)		
	Senin 19/12/2011	Rabu 14/12/2011	Sabtu 17/12/2011	Senin 19/12/2011	Rabu 14/12/2011	Sabtu 17/12/2011
06:30 – 07:30	179	262	95	2635	3175	1649
06:45 – 07:45	119	237	87	2572	3174	1919
07:00 – 08:00	93	181	83	2410	2946	2045
07:15 – 08:15	96	177	89	2490	2671	2210
07:30 – 08:30	115	171	80	2553	2573	2339
07:45 – 08:45	139	185	77	2641	2572	2430
08:00 – 09:00	139	200	77	2681	2601	2449
08:15 – 09:15	117	187	57	2543	2690	2542
08:30 – 09:30	98	156	50	2472	2637	2504
15:00 – 16:00	110	91	63	2586	2853	2504
15:15 – 16:15	98	88	67	2463	2859	2629
15:30 – 16:30	87	86	61	2348	2834	2709
15:45 – 16:45	83	90	59	2156	2741	2758
16:00 – 17:00	78	92	56	2067	2653	2721
16:15 – 17:15	86	88	57	2047	2715	2451
16:30 – 17:30	91	115	61	1986	2782	2156
16:45 – 17:45	82	116	65	1860	2799	1897
17:00 – 18:00	72	109	57	1709	2754	1688
Puncak	179	262	95	2681	3175	2758

Sumber: Perhitungan Data Lapangan Simpang Samirono

Dari hasil survei yang dilakukan, didapatkan volume penyeberang jalan (orang/jam) dan volume arus lalu lintas (kendaraan/jam) pada simpang Samirone yang tertinggi adalah pada hari Rabu 14 Desember 2011 pukul 06:30 – 07:30 WIB, yaitu untuk penyeberang jalan sebesar 262 orang/jam dan untuk volume lalu lintas sebesar 3175 kendaraan/jam. Data volume ini akan menjadi acuan yang dipakai dalam menganalisis fasilitas penyeberang jalan. Pengumpulan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran IV.

Setelah diketahui volume penyeberang jalan dan volume lalu lintas pada jam puncak, maka dilakukan perhitungan dengan rumus 3.14, untuk $P = 262$ orang/jam dan $V = 3175$ kendaraan/jam didapat:

$$\begin{aligned} P \times V^2 &= 262 \times 3175^2 \\ &= 2,6 \times 10^9 \end{aligned}$$

Untuk menentukan kriteria jenis penyeberangan ditentukan dari Tabel 3.11 berdasarkan volume penyeberang jalan (P) yaitu 262 orang/jam (50 – 1100) dan volume lalu lintas (V) yaitu 3175 kendaraan/jam (> 750) dengan hasil dari PV^2 yaitu $2,6 \times 10^9$ ($> 2 \times 10^8$) maka didapat kriteria jenis penyeberangan berupa *pelican crossing* dengan pemisah.

5.5.1 Penetapan Periode Pada *Pelican Crossing*

Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat pada Tahun 1997 (DJPD, 1997) menggunakan 6 periode. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5.15 Pengoperasian Penyeberangan *Pelican*

Periode	Lampu untuk		Durasi (detik)
	Pejalan kaki	Pengendara	
1	Merah	Hijau	Tidak ditentukan
2	Merah	Kuning	3
3	Merah	Merah	3
4	Hijau	Merah	Dihitung dengan rumus 5.1
5	Hijau berkedip	Merah	3
6	Merah	Merah	3

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (DJPD, 1997)

$$PT = L/1,2 + 1,7 \times (N/W - 1) \dots\dots\dots (5.1)$$

Keterangan :

PT = waktu hijau minimum bagi pejalan kaki (detik)

L = panjang penyeberangan (meter)

N = volume pejalan kaki persiklus

W = lebar penyeberangan (meter)

Dari hasil survei yang telah dilakukan, didapatkan volume penyeberangan jalan yang tertinggi adalah pada hari Rabu 14 Desember 2011 pukul 06:30 – 07:30 WIB yaitu sebesar 262 orang/jam. Waktu siklus disesuaikan dengan waktu siklus simpang bersinyal yaitu sebesar 101 detik. Dari waktu siklus tersebut ditentukan banyaknya penyeberang jalan per siklus. Untuk menentukan jumlah penyeberang dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

$$\frac{262}{3600} = \frac{N}{101}$$

$$N = (262 \times 101)/3600$$

$$= \pm 8 \text{ orang}$$

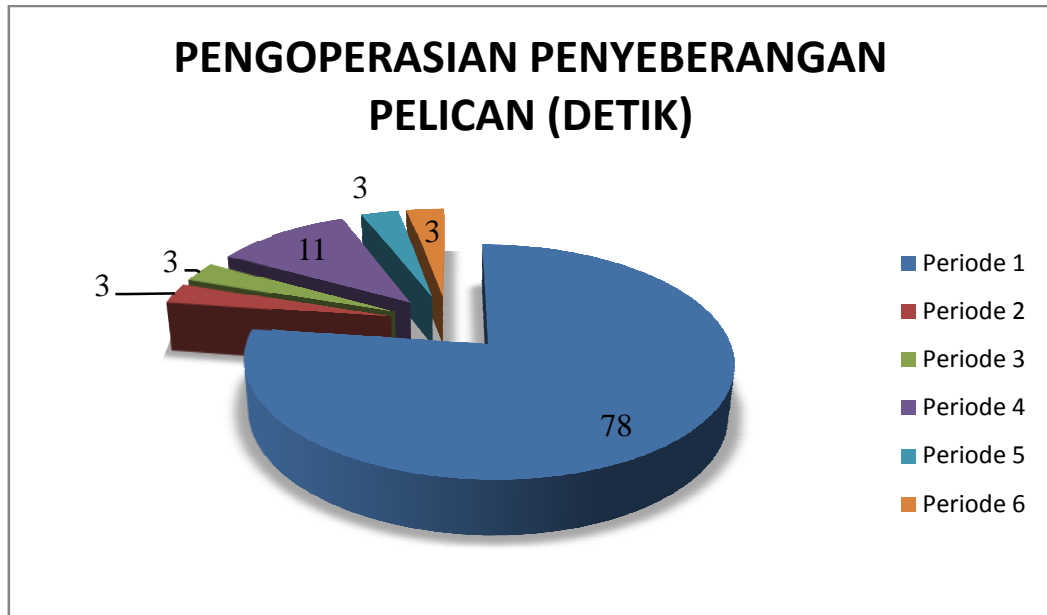
Sehingga jumlah penyeberang jalan per siklus didapat sebanyak ± 8 orang per siklus. Untuk menentukan durasi lampu pejalan kaki hijau diperoleh berdasarkan rumus 5.1:

$$PT = L/1,2 + 1,7 \times (N/W - 1)$$

$$= 10,3/1,2 + 1,7 \times (8/3 - 1)$$

$$= 11 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan durasi periode 4 sebesar 11 detik. Pengoperasian penyeberangan *pelican* dibuat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Waktu Siklus Pengoperasian Penyeberangan *Pelican*

Untuk data penyeberang jalan tanpa *pelican crossing* dalam waktu 101 detik diambil dari 15 menit kedua pada hari Rabu 14 Desember pukul 06:45 – 07:00 WIB karena data tersebut volume penyeberang paling tinggi. Data jumlah penyeberang tanpa *pelican crossing* per siklus dapat dilihat pada Tabel 5.16 di bawah ini.

Tabel 5.16 Data Jumlah Penyeberang Tanpa *Pelican crossing* per siklus

No.	Interval Waktu (detik)	Penyeberang Jalan (Orang/siklus)
1	0 – 101	6
2	101 – 202	12
3	202 – 303	14
4	303 – 404	7
5	404 – 505	9
6	505 – 606	4
7	606 – 707	13
8	808 – 808	14
9	808 – 909	15
Rata-rata		10

Sumber: Perhitungan Data Lapangan

Dari Tabel 5.16 didapatkan jumlah penyeberang rata-rata tanpa *pelican crossing* sebanyak 10 orang per siklus, sedangkan dengan *pelican crossing* didapat sebanyak 8 orang per siklus.

5.5.2 Kombinasi Waktu Hijau *Pelican crossing* Dengan Waktu Sinyal Simpang Bersinyal

Untuk keamanan penyeberang jalan, nilai *all red* untuk Fase 3 ke Fase 1 digunakan durasi sebesar 3 detik. Pada saat *all red* yaitu Fase 3 ke Fase 1 berlangsung maka lampu untuk pelican berwarna hijau, hal ini bertujuan untuk mendahulukan pejalan kaki yang menyeberang jalan. Waktu hijau untuk pejalan kaki didapatkan durasi sebesar 11 detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Waktu Sinyal Lampu Lalu Lintas

Pendekat	Nyala Lampu			All Red (detik)	Waktu Siklus (detik)
	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)		
Jl. Karang Malang (Utara) dan Jl. Samirono (Selatan)	89	3	10	1	103
Jl. Colombi (Timur)	80	3	18	2	103
Jl. Colombi (Barat)	37	3	60	3	103

Sumber: Hasil Perhitungan

Perubahan tersebut berdampak pada nilai kapasitas (C) dan juga nilai derajat kejenuhan (DS), perhitungan dilakukan pada pendekat Utara yang awalnya nilai kapasitas sebesar 373 smp/jam menjadi 358 smp/jam dan nilai derajat kejenuhan yang awalnya 0,675 menjadi 0,704.

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$C = S \times g/c$$

Dengan:

S = nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$= 3685 \text{ smp/jam-hijau}$$

g = waktu hijau

$$= 10 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan
 = 103 detik

Maka didapatkan nilai:

$$C = 3685 \times 10/103 = 358 \text{ smp/jam}$$

Nilai DS didapat dengan menggunakan rumus berikut.

$$DS = Q/C$$

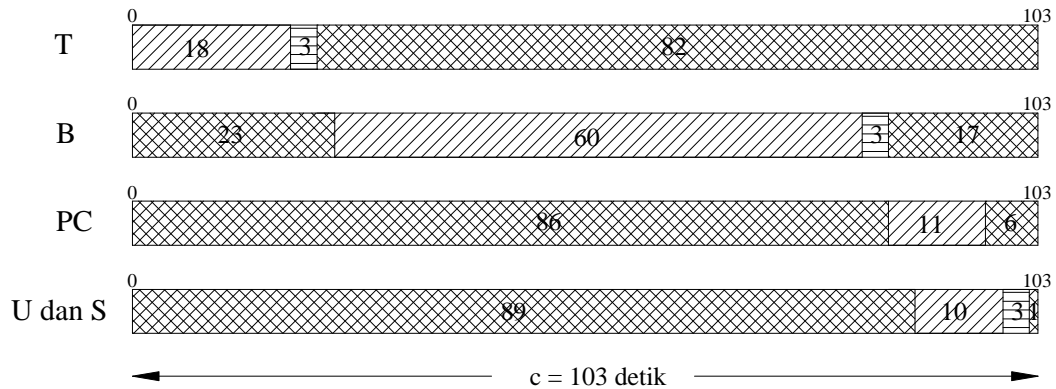
$$= 252/358 = 0,704$$

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Nilai Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Keterangan	Pendekat			
	Utara	Selatan	Timur	Barat
Arus Jenuh Dasar (So)	4187	1412	6150	3090
Nilai Arus Jenuh Yang Disesuaikan (S), smp/jam	3685	1214	5807	2902
Nilai Arus Lalu Lintas(Q), smp/jam	252	107	846	1433
Rasio Fase (PR)	0,095		0,206	0,699
Waktu Siklus (c), detik	103			
Waktu Hilang Total (LT), detik	15			
Waktu Hijau, detik	10	10	18	60
Kapasitas (C), smp/jam	358	118	1015	1690
Derajat Kejenuhan (DS)	0,704	0,905	0,834	0,848

Sumber: Hasil Perhitungan

Diagram waktu sinyal untuk simpang bersinyal dan *pelican crossing* dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Diagram Waktu Sinyal Simpang Bersinyal dan *Pelican crossing*

Keterangan:



Rangkuman analisis fasilitas penyeberangan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.19 di bawah ini.

Tabel 5.19 Rangkuman Data Jumlah Penyeberang

No.	Interval Waktu (detik)	<i>Eksisting</i> (orang/siklus)	<i>Pelican Crossing</i> (orang/siklus)
1	0 – 101	6	8
2	101 – 202	12	8
3	202 – 303	14	8
4	303 – 404	7	8
5	404 – 505	9	8
6	505 – 606	4	8
7	606 – 707	13	8
8	808 – 808	14	8
9	808 – 909	15	8
Rata-rata		10	8

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.19 didapatkan hasil jumlah penyeberang pada kondisi *eksisting* sebesar 10 orang/siklus sedangkan dengan *pelican crossing* sebesar 8 orang/siklus. Dengan adanya pelican maka para penyeberang atau pengguna jalan merasakan kelancaran dan kenyamanan saat berada di jalan ditambah dengan adanya *pelican crossing* maka resiko kecelakaan menurun.

Tabel 5.20 Rangkuman Analisis Fasilitas Penyeberangan

Keterangan	Data
Jenis Penyeberangan	<i>Pelican Crossing</i>
Lebar Penyeberangan (W), meter	3
Panjang Penyeberangan (L), meter	10,3
Waktu Hijau Pejalan Kaki (PT), detik	11
Volume Penyeberang Per Siklus Dengan Pelican, orang/siklus	8

Rangkuman pengoperasian penyeberangan *pelican* dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

Tabel 5.21 Rangkuman Pengoperasian Penyeberangan *Pelican*

Periode	Lampu untuk		Durasi (detik)
	Pejalan kaki	Pengendara	
1	Merah	Hijau	78
2	Merah	Kuning	3
3	Merah	Merah	3
4	Hijau	Merah	11
5	Hijau berkedip	Merah	3
6	Merah	Merah	3
Waktu Siklus			101

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diambil simpulan di bawah ini.

1. Simpang tak bersinyal Samirono pada saat kondisi *eksisting* mempunyai nilai kapasitas sebesar 3659 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,292, dengan nilai tundaan simpang sebesar 106,068 detik/smp, dan peluang antrian dengan batas bawah sebesar 68,78% dan batas atas sebesar 142,26%.
2. Perbaikan kinerja simpang yang paling optimal adalah pemberian lampu lalu lintas. Berdasarkan analisis operasional simpang bersinyal ini memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,78 dan tundaan rata-rata sebesar 53,9 detik/smp. Serta didapatkan juga waktu siklus sebesar 101 detik. Analisis ini juga mendapatkan waktu hijau untuk pendekat Utara sebesar 10 detik, pendekat Selatan sebesar 10 detik, pendekat Timur sebesar 18 detik dan pendekat Barat sebesar 60 detik.
3. Analisis kriteria jenis penyeberangan jalan dengan volume penyeberang jalan (P) sebesar 262 org/jam (50 – 1100) dan volume lalu lintas (V) sebesar 3175 kend/jam (>750) dengan nilai PV^2 sebesar $2,6 \times 10^9$ ($> 2 \times 10^8$), maka didapat kriteria jenis penyeberangan berupa *pelican crossing* dengan pemisah. Untuk pengoperasian penyeberangan pelican didapatkan lampu untuk pejalan kaki hijau dan untuk pengendara merah didapatkan durasi sebesar 11 detik.

6.2 Saran

Setelah dilakukan analisis perhitungan kapasitas pada simpang Samirono, Yogyakarta, diajukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Disarankan untuk memperpanjang waktu survei pada jam sibuk di waktu yang lain saat pengambilan data arus dan volume lalu lintas agar data yang diperoleh lebih akurat.
2. Disarankan untuk mencoba menggunakan metode selain MKJI 1997 dalam menganalisis simpang agar dapat digunakan sebagai pembanding dengan metode MKJI 1997.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). *Empiris*. (<http://id.wikipedia.org/wiki/empiris>). Diakses 6 Oktober 2011.
- Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi*. UMM Press. Malang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1995). *Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan kaki Di Kawasan Perkotaan*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Google. (2011). *Google Maps Indonesia*. (<http://maps.google.co.id>). Diakses 6 Oktober 2011.
- Hoobs, F. D. (1979). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas Edisi Kedua*. Diterjemahkan oleh Suprpto dan Waldijono. 1995. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Munawar, A. (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Oglesby, C.H dan Hicks, R.G. (1982). *Teknik jalan Raya*. Diterjemahkan oleh Setianto, Purwo. Erlangga.
- Permana, S. (2007). *Evaluasi Efektifitas Zona Selamat Sekolah (ZOSS) Di Yogyakarta. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Putra, FX. P. D. (2002). *Kondisi Lalu Lintas di Persimpangan Kota Yogyakarta. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Putranto, L. S. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*. Indeks. Jakarta.

Sadzali, Y. (2011). Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Mirota Godean Dengan Menggunakan Metode MKJI 1997. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Santosa, B. (2003). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus di Simpang Tiga Jati Kudus). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Sukandarrumidi. (2006). *Metodologi Penelitian: Petunjuk Praktis Untuk Penelitian Pemula*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

