

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL YANG
MEMILIKI FASILITAS RUANG TUNGGU SEPEDA
(STUDI KASUS JL. JEND. SUDIRMAN DAN JL. C. SIMANJUNTAK)**

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



Sendy Tovany Latuconsina

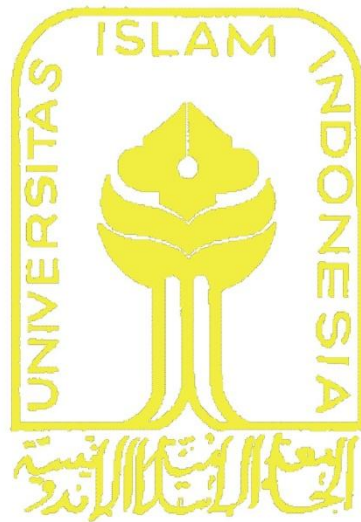
07.511.045

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL YANG MEMILIKI FASILITAS RUANG TUNGGU SEPEDA (STUDI KASUS JL. JEND. SUDIRMAN DAN JL. C. SIMANJUTAK)

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



Sendy Tovany Latuconsina
07.511.045

Disahkan Oleh:

Pembimbing I:

Pembimbing II:

Ketua Jurusan:

(Ir. Subarkah, MT)
Tanggal:

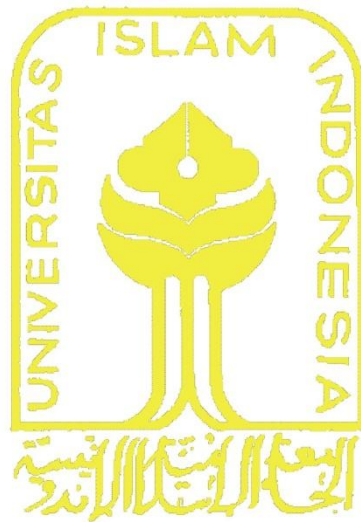
(Rizki Budi Utomo, ST, MT)
Tanggal:

(Ir. Suharyatmo, MT)
Tanggal:

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL YANG MEMILIKI FASILITAS RUANG TUNGGU SEPEDA (STUDI KASUS JL. JEND. SUDIRMAN DAN JL. C. SIMANJUTAK)

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



Sendy Tovany Latuconsina
07.511.045

Disetujui Oleh:

Pembimbing I/Penguji:
Ir. Subarkah, MT

Pembimbing II/Penguji:
Rizki Budi Utomo, ST, MT

Penguji:
Dr. Ir. Soekarno, SU

- Moto -

“ Sukses terletak pada mereka yang meraih sesuatu lebih dari diri mereka sendiri... “

- Persembahan -

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu memberi semangat dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Subarkah dan Bapak Rizki yang selalu sabar dan meluangkan waktu pada saat bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
3. Priska Wulandari, kekasih tersayang yang selalu memberi semangat dan selalu mengingatkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Sely Novitasari dan Januar Arifin, sahabat sekaligus dosen pembimbing pribadi yang sabar saat diajak berdiskusi dalam memecahkan masalah yang dihadapi.
5. Hendri Johan Erlangga dan Pradana Akbar Tanjung, Sahabat yang selalu ada saat dibutuhkan, rela meluangkan waktu ditengah malam maupun saat subuh dalam pengumpulan data di lapangan.
6. Agil Rama Fandi, Shikharini Perwitasari, Muhammad Subkhan, Istiarto Seno Sudrajad, Indra Hidayatullah, Fandy Ade Chandra, Bawor Group, Benny Wijayanto, Gunawan Aris Pramana, Gita Larasati, Hanafi Zakaria, Brian Rezka Hermawan, dan semua orang hebat lainnya yang selalu memberi inspirasi dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Dan masih banyak lagi orang-orang hebat yang sangat berperan penting bagi Saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang diberikan dapat diterima dan mendapatkan ridho dari Allah SWT.

TERIMA KASIH

ABSTRAK

Keadaan lalu lintas yang macet bukanlah hal yang baru dialami di kota-kota besar khususnya di Indonesia. Hal ini dikarenakan bertambahnya keinginan masyarakat untuk menggunakan kendaraan-kendaraan bermotor pribadi dalam memenuhi aktifitas kehidupannya tanpa melihat dampak yang ditimbulkan. Pada umumnya simpang jalan, khususnya di jalan utama dibuat untuk melayani dan memperlancar arus lalu lintas yang cukup besar, karena banyak kendaraan pada simpang yang masuk dan meninggalkan simpang tersebut. Namun pada kenyataannya banyak simpang yang belum bekerja dengan maksimal dikarenakan padatnya arus lalu lintas. Simpang jalan tidak beroperasi secara maksimal akan menyebabkan sistem transportasi menjadi kurang efektif dan efisien. Dari sekian banyak simpang yang ada, simpang Jl. Jend. Sudirman-Jl. C. Simanjuntak merupakan simpang yang cukup padat di Kota Yogyakarta. Tingginya volume lalu lintas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor yang melewati simpang ini menyebabkan terjadinya kemacetan dengan antrian kendaraan yang panjang terlihat di setiap lengannya baik pada pagi hari, siang hari maupun sore hari. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis kinerja simpang tersebut dalam melayani arus lalu lintas.

Metode yang digunakan dalam menganalisis kinerja simpang yaitu MKJI 1997. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *handycam* yang dilakukan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu pada Pagi hari jam 06.30-09.30 WIB dan sore hari jam 16.00-19.00 WIB. Setelah didapatkan data volume kendaraan maka dilakukan analisis dengan metode MKJI 1997 guna menentukan kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman-Jl. C. Simanjuntak. Jika kinerja tidak memenuhi syarat MKJI 1997 karena nilai derajat kejenuhan di bawah 0,75, maka bisa diusulkan beberapa alternatif perbaikan untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut.

Hasil analisis kinerja rata-rata simpang Jl. Jend. Sudirman-Jl. C. Simanjuntak pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhannya pada pendekat utara sebesar 0,49, pendekat Timur 0,26 dan pendekat Barat 1,06. Untuk mendapatkan kinerja simpang yang lebih baik maka dapat dilakukan perbaikan-perbaikan seperti menambah waktu siklus dan memindah posisi ruang tunggu sepeda di depan *zebra cross*. Perbaikan yang mungkin bisa dilakukan adalah dengan penambahan waktu siklus menjadi 90 detik dari 79 detik pada kondisi eksisting. Nilai derajat kejenuhan (DS) yang diperoleh sebesar 0,58 pada pendekat Utara, 0,34 pada pendekat Timur dan 0,74 pada pendekat Barat. Dengan alternatif perbaikan ini bisa diketahui pengemudi hanya perlu 1 kali waktu siklus untuk dapat melintas simpang tersebut yang sebelumnya membutuhkan 3 kali waktu siklus.

Kata kunci: Simpang Bersinyal, Ruang Tunggu Sepeda, Kinerja dan Derajat Kejenuhan

ABSTRACT

The traffic jam is not a new thing in big cities, especially in Indonesia. This is because the increase in people's desire to use private vehicles in doing the activities of life without seeing the impact. In general, an intersection, especially on the main road is created to serve and facilitate the flow of crowd traffic, since there are so many vehicles on the intersection which are entering and leaving the intersection. However, in fact there are still some intersections which have not worked maximally due to the density of traffic flow. If the intersection is not operated to its full potential will make the transport system less effective and efficient. From many existing intersections, the intersection in Jl. Jend. Sudirman-Jl. C. Simanjuntak is a fairly dense intersection in the city of Yogyakarta. The high volume of motorized vehicles traffic and non-motorized vehicles that pass through this intersection causes a traffic jam and long queues of vehicles in each arm of road in the morning, afternoon and evening. Because of that, it is necessary to conduct a research to analyze the performance of these intersections in serving the flow of traffic.

The method which is used in analyzing the performance of the intersection is MKJI 1997. Data collection is done by using a handy cam which is conducted on Monday, Wednesday and Saturday at 06:30 to 09:30 am in the morning and at 16:00 to 19:00 pm in the afternoon. After the vehicles' volume data are obtained, then to analyze the data, MKJI 1997 method is applied in order to reveal the performance of the intersection at Jend. Sudirman-C. Simanjuntak Street. If performance do not qualify MKJI 1997 in which the degree of saturation values below 0.75, then several alternative improvements can be planned to improve the performance of the intersection.

The analysis results of the average performance of the intersection of Jend. Sudirman-C. Simanjuntak Street on the degree of saturation of the existing conditions are 0,49 in the Northern approach, 0,26 in the Eastern approach and 1,06 in the Western approach. To get a better performance of the intersection, then some improvements can be done by adding more cycle time and repositioning the bicycles waiting rooms in the front of zebra cross. The Improvements that is possible to be carried out is by increasing the cycle time from 79 seconds of the existing conditions to 90 seconds. The degree of saturation (DS) becomes 0,58 on the Northern approach, 0,34 and 0,74 on the Eastern approach and the Western approach. By conducting these improvements, the users of the intersection only need to wait for one turn, from three turns in the previous, of the cycle time in order to pass.

Keywords: Signalized Intersection, the bicycles waiting rooms, Performance and Degree of Saturation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah yang telah diberikan, serta sholawat dan salam kami haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat serta orang-orang yang selalu memegang ajaran Islam sampai akhir zaman. Berkat kemurahan Allah pula penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu persyaratan yang akan digunakan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Tugas Akhir yang berjudul **"Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal yang Memiliki Fasilitas Ruang Tunggu Sepeda"** disusun berdasarkan pengumpulan data dilapangan maupun berasal dari pihak-pihak dan instansi yang terlibat langsung ataupun tidak dalam penelitian ini. Tugas Akhir yang dilaksanakan berguna untuk menambah pengetahuan serta wawasan mahasiswa yang secara langsung terjun di lapangan.

Tugas Akhir ini berhasil terlaksana dan selesai atas bantuan dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, sehingga tak lupa bagi penyusun untuk mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. Subarkah M.T dan Rizki Budi Utomo, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2,
2. Dr. Ir. Sukarno, SU., selaku Dosen Penguji,
3. Kedua orang tuaku beserta keluarga yang tak pernah lelah berdoa dan selalu mendukung akan tugas akhir ini,
4. Teman-teman satu angkatan Sipil 2007, terima kasih telah banyak membantu,
5. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang diberikan dapat diterima dan mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2012

Penulis

Sendy Tovany Latuconsina

DAFTAR ISI

Judul	i
Pengesahan	ii
Moto dan Persembahan	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 BATASAN PENELITIAN	3
1.6 LOKASI PENELITIAN	4
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 UMUM	7
2.2 SIMPANG JALAN	7
2.3 KAPASITAS	8
2.4 KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS	8

2.4.1	Fungsi Lampu Lalu Lintas	9
2.4.2	Pengoperasian Lampu Lalu Lintas	10
2.5	SINYAL	11
2.6	UNSUR LALU LINTAS	12
2.7	SEPEDA	12
2.8	HASIL-HASIL PENELITIAN TERDAHULU	14
BAB III	LANDASAN TEORI	16
3.1	METODE ANALISIS	16
3.2	ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS	16
3.3	ARUS JENUH LALU LINTAS	17
3.3.1	Menentukan arus jenuh dasar (S_0)	17
3.3.2	Menghitung nilai arus jenuh (S)	17
3.4	KAPASITAS PERSIMPANGAN	21
3.5	DERAJAT KEJENUHAN	22
3.6	PERBANDINGAN ARUS LALU LINTAS DAN ARUS JENUH	22
3.7	WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU	23
3.8	PANJANG ANTRIAN	24
3.9	TUNDAAN	27
3.10	FASILITAS SEPEDA	28
BAB IV	METODE PENELITIAN	30
4.1	JENIS PENELITIAN	30
4.2	CARA PENGAMBILAN SAMPEL	30
4.3	CARA PENGUMPULAN DATA	31
4.3.1	Pelaksanaan Survei	31
4.3.2	Peralatan Penelitian	31
4.3.3	Persiapan Survei Lapangan	32
4.3.4	Waktu Pelaksanaan Pengamatan	34
4.4	CARA ANALISIS DATA	35
4.5	BAGAN ALIR PENELITIAN	36

BAB V	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	37
5.1	DATA HASIL PENELITIAN	37
5.1.1	Jam Puncak Arus Lalu Lintas	37
5.1.2	Data Arus Lalu Lintas	38
5.1.3	Data Lampu Lalu Lintas dan Fase Sinyal	39
5.2	ANALISIS KINERJA SIMPANG KONDISI EKSISTING	41
5.2.1	Penggunaan Formulir SIG – I	41
5.2.2	Penggunaan Formulir SIG – II	43
5.2.3	Penggunaan Formulir SIG – IV	44
5.2.4	Penggunaan Formulir SIG – V	47
5.3	ANALISIS SEPEDA	49
5.4.1	Kecepatan Sepeda	49
5.4.2	Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda	50
5.4	PERENCANAAN PERBAIKAN	52
5.5	REKAPITULASI KINERJA	59
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	60
6.1	SIMPULAN	60
6.2	SARAN	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai Ekuivalensi Kendaraan Penumpang	16
Tabel 3.2	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})	18
Tabel 3.3	Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})	18
Tabel 3.4	Waktu Siklus yang Layak untuk Simpang	23
Tabel 5.1	Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan per 1 Jam	37
Tabel 5.2	Data Arus Lalu Lintas di Simpang Tiga Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak	38
Tabel 5.3	Data Lampu Lalu Lintas	39
Tabel 5.4	Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak	42
Tabel 5.5	Arus Lalu Lintas Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak	43
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas	46
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan	48
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Kecepatan Sepeda pada Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak	49
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda	50
Tabel 5.10	Waktu Hijau untuk Perbaikan Kinerja Simpang	53

Tabel 5.11	Hasil Perhitungan dengan Waktu Siklus 90 Detik	53
Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas	56
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan	57
Tabel 5.14	Rekapitulasi Kinerja Simbang Kondisi Eksisting dan Alternatif Perbaikan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian	4
Gambar 1.2	Geometri lokasi penelitian	4
Gambar 1.3	Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Timur	5
Gambar 1.4	Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Barat	5
Gambar 1.5	Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Utara	6
Gambar 3.1	Faktor Koreksi Gradien (F_G)	19
Gambar 3.2	Faktor Koreksi Parkir (F_p)	20
Gambar 3.3	Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{RT})	20
Gambar 3.4	Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{LT})	21
Gambar 3.5	Grafik Penentuan Waktu Siklus Pra Penyesuaian	24
Gambar 3.6	Klasifikasi Jalan Sepeda (FHWA,1980)	29
Gambar 4.1	Bagan Alir Analisis Simpang Bersinyal	35
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 5.1	Waktu Siklus	40
Gambar 5.2	Fase 1 (utara)	40
Gambar 5.3	Fase 2 (timur)	40
Gambar 5.4	Fase 3 (barat)	41
Gambar 5.5	Geometri Simpang Jl. Jend.Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak	42
Gambar 5.6	Kebutuhan Ruang-Bebas Jalan Sepeda (FHWA, 1980)	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Arus Lalu Lintas	64
Lampiran 2	Volume Kendaraan Bermotor per 15 menit	88
Lampiran 3	Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting	91
Lampiran 4	Analisis Kinerja Simpang Alternatif 1	96
Lampiran 5	Analisis Kinerja Simpang Alternatif 2	101

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.
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.
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.
Q	=	Arus lalu lintas (kend/jam, smp/jam).
HV	=	<i>Heavy vehicle</i> , yaitu kendaraan berat.
LV	=	<i>Load vehicle</i> , yaitu kendaraan ringan.
MC	=	<i>Motor cycle</i> , yaitu sepeda motor.
UM	=	<i>Unmotorized</i> , yaitu kendaraan tak bermotor.
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.
WA	= 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.
<i>All red</i>	= 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.

Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Keadaan lalu lintas yang macet bukanlah hal yang baru dialami di kota-kota besar khususnya di Indonesia. Hal ini dikarenakan bertambahnya keinginan masyarakat untuk menggunakan kendaraan-kendaraan bermotor pribadi dalam memenuhi aktivitas kehidupannya tanpa melihat dampak yang ditimbulkan. Pada umumnya simpang jalan, khususnya di jalan utama harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar, karena banyak kendaraan pada simpang yang masuk dan meninggalkan simpang tersebut. Bila simpang jalan tidak beroperasi secara maksimal akan menyebabkan sistem transportasi menjadi kurang efektif dan efisien. Berkaitan dengan hal tersebut simpang harus diatur dengan cermat agar tidak menimbulkan akses yang buruk seperti kemacetan lalu lintas. Jika dalam suatu simpang bersinyal tidak dapat mengurangi kemacetan, maka perlu direncanakan pelayanan yang lebih baik lagi untuk mengurangi kemacetan pada simpang tersebut.

Kota Yogyakarta menawarkan suatu harapan baru bagi model transportasi hijau di Indonesia. Program *segosegawe* yang bermakna *sepeda kanggo sekolah lan nyambut gawe* atau bersepeda untuk sekolah dan bekerja adalah suatu gebrakan lokal untuk mengurangi angka polusi kendaraan dan kemacetan lalu lintas. Yogyakarta telah membangun beberapa fasilitas bagi pengguna sepeda seperti lajur sepeda, jalur alternatif dan ruang tunggu sepeda untuk mendukung program tersebut.

Salah satu simpang yang menyediakan fasilitas ruang tunggu sepeda adalah simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Simpang tersebut merupakan simpang yang cukup padat di Kota Yogyakarta. Banyak kegiatan masyarakat yang memanfaatkan atau melintasi simpang ini karena letak simpang ini berdekatan dengan pusat pendidikan seperti SMP N 8 Yogyakarta, SMA N 6 Yogyakarta dan Stella Deuce. Selain terdapat beberapa pusat pendidikan, banyak

juga terdapat bangunan perkantoran, pertokoan dan rumah makan seperti McDonald dan KFC yang merupakan salah satu tempat makan yang sering dikunjungi masyarakat Kota Yogyakarta. Tingginya volume lalu lintas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor yang melewati simpang ini menyebabkan terjadinya kemacetan dengan antrian kendaraan yang panjang terlihat di setiap lengannya baik pada pagi hari, siang hari maupun sore hari. Selain itu, fasilitas-fasilitas yang seharusnya menjadi hak pengguna sepeda tidak sesuai dengan fungsinya dimana masih terlihat pengguna kendaraan bermotor memanfaatkan ruang tunggu sepeda dan lajur sepeda.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu adanya penelitian untuk mengetahui kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Apabila kinerja yang dihasilkan kurang baik, maka dicari suatu alternatif pemecahan masalah untuk mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal tersebut.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997?
2. Apabila kinerja simpang tersebut kurang baik berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, maka perbaikan-perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk:

- 1) menganalisis kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997,
- 2) menentukan alternatif yang tepat untuk memperbaiki kinerja pada simpang bersinyal tersebut berdasarkan MKJI 1997.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang jalan sebagai berikut:

- 1) memberikan masukan pada Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta dalam upaya membenahi lalu lintas khususnya pada lokasi yang diteliti;
- 2) menambah fakta empiris Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Guna memperjelas berbagai permasalahan dan memudahkan dalam menganalisisnya maka dibuat batasan-batasan dalam penelitian ini meliputi hal-hal berikut:

- 1) lokasi penelitian pada simpang tiga bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak (Gambar 1.1 Lokasi Penelitian);
- 2) penelitian dilakukan pada perkiraan jam puncak:
 - a. Pagi, jam 06.30 – 09.30 WIB
 - b. Sore, jam 16.00 – 19.00 WIB
- 3) jenis kendaraan berat, kendaraan sedang, kendaraan ringan dan sepeda motor, sedangkan kendaraan tak bermotor seperti sepeda, becak dan gerobak termasuk hambatan samping;
- 4) karakteristik pesepeda di tiap-tiap lengan simpang;
- 5) cuaca pada saat penelitian dilakukan saat terang;
- 6) metode yang digunakan dalam penelitian kinerja simpang ini menggunakan metode MKJI 1997.

Kemudian kondisi lalu lintas pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simajuntak di masing-masing lengan dapat dilihat pada Gambar 1.3, 1.4 dan 1.5 berikut ini.



Gambar 1.3 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Timur



Gambar 1.4 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Barat



Gambar 1.5 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Utara

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 UMUM

Studi pustaka memuat uraian tentang informasi yang relevan dengan masalah yang dibahas. Informasi ini dapat diperoleh dari buku-buku, laporan penelitian, karangan ilmiah, skripsi, thesis, disertasi, ensiklopedi, peraturan-peraturan, ketetapan atau sumber-sumber lain.

2.2 SIMPANG JALAN

Menurut Hobbs (1995), simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat, di mana arus kendaraan dari berbagai pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu:

- 1) pertemuan sebidang (*at grade intersection*), yaitu jalan berpotongan pada satu bidang datar;
- 2) pertemuan tidak sebidang (*interchange*), yaitu apabila pertemuan jalan tidak berada pada bidang yang sama, tetapi salah satu ruas berada diatas atau dibawah ruas jalan yang lain;
- 3) persilangan jalan (*grade sparation without ramps*).

Simpang merupakan hal utama dalam hambatan perjalanan. Oleh karena itu perbaikan simpang akan mengurangi hambatan dan akan meningkatkan kapasitas serta diharapkan akan mampu mengurangi terjadinya kecelakaan. Pertemuan sebidang dapat menampung arus lalu lintas baik yang menerus maupun membelok sampai batas tertentu. Jika kemampuan menampung arus lalu lintas tersebut telah dilalui akan tampak dengan munculnya tanda-tanda kemacetan arus lalu lintas.

2.3 KAPASITAS (C)

Kapasitas persimpangan adalah daya tampung arus kendaraan yang dapat melewati persimpangan secara maksimal menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan isyarat lampu lalu lintas dalam satu satuan waktu tertentu (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Menurut Munawar (2004), dalam daftar notasi-notasi umum di bukunya menjelaskan bahwa kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Berdasarkan *High Capacity Manual* (HCM) 1994, pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), yaitu:

- 1) kapasitas dasar (smp/jam);
- 2) faktor penyesuaian lebar jalan;
- 3) faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi);
- 4) faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan atau kreb;
- 5) faktor penyesuaian ukuran kota.

2.4 KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS

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 (Munawar, 2004).

2.4.1 Fungsi Lampu Lalu Lintas

Berdasarkan ketentuan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari 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 atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama;
- 3) untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Tujuan diterapkannya pengaturan dengan lampu lalu lintas menurut Malkhamah (1996), adalah:

- 1) menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatkan daya dukung pertemuan jalan dalam melayani arus lalu lintas;
- 2) hirarki rute bisa dilaksanakan : rute utama diusahakan untuk mengalami kelambatan (*delay*) minimal;
- 3) pengaturan prioritas (misalnya untuk angkutan umum) dapat dilaksanakan;
- 4) menciptakan *gap* pada arus lalu lintas yang padat untuk member hak berjalan arus lalu lintas lain (seperti sepeda, pejalan kaki) memasuki persimpangan dan menciptakan iring-iringan (*platoon*) pada arus lalu lintas yang padat;
- 5) mengurangi terjadinya kecelakaan dan kelambatan lalu lintas;
- 6) memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual;
- 7) mengurangi tenaga polisi dan menghindarkan polisi dari polusi udara, kebisingan, dan resiko kecelakaan;
- 8) memberikan rasa percaya kepada pengemudi bahwa hak berjalannya terjamin dan menumbuhkan sikap disiplin.

2.4.2 Pengoperasian Lampu Lalu Lintas

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), pengaturan atau pengoperasian lampu lalu lintas adalah sebagai berikut:

- 1) pengaturan waktu tetap, umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintas terkoordinasi;
- 2) pengaturan sinyal semi aktuasi, umumnya dipilih jika simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan jalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri utama. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor;
- 3) pengaturan sinyal aktuasi penuh, pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir diantara jalan-jalan dengan kepentingan lalu lintas yang sama atau hampir sama.

Menurut Munawar (2004), lampu lalu lintas dapat diatur dengan dua cara, sebagai berikut:

- 1) pengaturan secara tetap, lama waktu hijau atau merah suatu lampu lalu lintas selalu tetap;
- 2) pengaturan menurut waktu atau beban, lama waktu hijau atau merah suatu lampu lalu lintas berubah-ubah menurut arus lalu lintas.

Dasar-dasar pengaturan lampu lalu lintas yang harus dimengerti menurut Malkhamah (1996), sebagai berikut:

- 1) nyala lampu hijau bukan berarti “boleh berjalan” melainkan “boleh berjalan apabila aman”;
- 2) berbagai macam pergerakan dapat diberi lampu pengatur yang sama atau diberi lampu pengatur yang berbeda atau terpisah (terutama untuk pergerakan yang kompleks atau volume lalu lintas tinggi);
- 3) pada saat pergerakan jalan lurus mendapatkan nyala lampu hijau, tidak boleh ada pergerakan yang memotongnya, dan apabila pada saat yang sama ada pergerakan membelok, maka pergerakan jalan lurus harus mendapat prioritas;

- 4) sesuai dengan kebiasaan yang berlaku, pada saat menerima nyala lampu hijau pergerakan membelok harus tetap berhati-hati untuk member prioritas pada pergerakan lurus dan memperhatikan pejalan kaki. Hal ini tidak terjadi pada kondisi khusus yang memberi hak penuh kepada pergerakan membelok untuk berjalan (dengan lampu panah). Pada prinsipnya, apabila jumlah lajur lalu lintas yang berpapasan (*opposing lanes*) lebih dari 2 buah, maka pergerakan membelok diberi hak berjalan secara terpisah (sebagai *protected movement*) untuk menjamin keselamatan lalu lintas;
- 5) penerapan suatu *protected movement* akan meningkatkan waktu hilang (*lost time*) dan pada umumnya akan mengurangi kapasitas pertemuan jalan. Apabila pengurangan kapasitas tersebut menimbulkan masalah lalu lintas, maka pergerakan membelok tersebut dilarang dan diberikan alternatif rute yang lain.

2.5 SINYAL

Sinyal diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu, di mana penggunaan sinyal di Indonesia adalah 3 warna (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Tanda isyarat yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lampu sebagai rambu-rambu lalu lintas. Penggunaan 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.

Menurut Malkhamah (1996), urutan nyala lampu yang berlaku di berbagai negara tidak persis sama. Amerika Serikat dan Indonesia menganut urutan nyala lampu yang sama, ialah merah-hijau-kuning(amber)-merah. Negara Inggris mempunyai urutan nyala lampu yang agak berbeda. Antara merah dan hijau dinyalakan lampu merah dan kuning (amber) bersama-sama, sehingga urutan nyala lampu untuk 1 siklus ialah merah-merah atau kuning (amber)-hijau-kuning-merah.

2.6 UNSUR LALU LINTAS

Unsur lalu lintas adalah semua benda atau makhluk berupa hewan, manusia, dan kendaraan baik yang bermotor maupun yang tidak bermotor sebagai bagian dari lalu lintas (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), jenis kendaraan yang menjadi unsur-unsur lalu lintas dibedakan menjadi unsur-unsur berikut:

- 1) kendaraan ringan (*light vehicle*), yaitu kendaraan bermotor dengan menggunakan 2 (dua) as dan beroda 4 (empat). Jarak antar as yaitu 2 – 3 meter. Yang termasuk jenis kendaraan ringan adalah mobil penumpang, oplet, mikrobis, *pick-up*, dan truk kecil;
- 2) kendaraan berat (*heavy vehicle*), yaitu kendaraan bermotor yang memiliki lebih dari 4 (empat) roda. Contoh dari kendaraan berat yaitu bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi;
- 3) sepeda motor (*motorcycle*), yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, yang meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 (tiga) yang sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga;
- 4) kendaraan tak bermotor (*unmotorized*), yaitu kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh manusia atau hewan. Dalam perhitungan Direktorat Jenderal Bina Marga 1997, kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.

2.7 SEPEDA

Walaupun lalu lintas sepeda hanya berupa persentase kecil dari total arus lalu lintas, lalu lintas sepeda ini cukup untuk memberikan pengaruh pada perencanaan dan pendesainan jalan. Kajian kecelakaan baru-baru ini telah memperlihatkan bahwa para pengayuh sepeda telah semakin terlibat dalam tabrakan mobil atau sepeda (Khisty dan Lall, 2003). Oleh sebab itu, para pemerintah setempat telah memulai program untuk menyediakan fasilitas-fasilitas bagi pengguna sepeda pada jalan biasa atau jalan raya.

Hal itu sesuai dengan UU No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 62 bagian keenam (Kendaraan tidak bermotor), yang berbunyi:

- 1) pemerintah harus memberikan kemudahan berlalu lintas bagi pesepeda;
- 2) pesepeda berhak atas fasilitas pendukung keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Sepeda didefinisikan sebagai suatu kendaraan yang memiliki dua roda tandem yang didorong hanya oleh tenaga manusia dimana orang atau beberapa orang dapat mengendarainya (Khisty dan Lall, 2003).

Menurut Malkhamah (1996), sepeda merupakan moda angkutan yang dapat dikatakan tidak menimbulkan polusi, kebisingan dan getaran. Agar pengendara sepeda mempunyai rasa aman dan nyaman, perlu disediakan fasilitas khusus dengan memprediksi arus sepeda beserta asal dan tujuannya sehingga dapat ditetapkan rute yang aman dan efisien bagi pengendara sepeda. Pengaturan-pengaturan yang dilakukan bertujuan untuk:

- 1) memperlambat lalu lintas pada jalan-jalan yang mempunyai volume sepeda tinggi;
- 2) menghindarkan sedapat mungkin interaksi antara sepeda dengan kendaraan bermotor;
- 3) menyediakan rute yang menerus (tidak terputus);
- 4) menyediakan fasilitas penyebrangan yang aman.

Fasilitas bagi pengendara sepeda meliputi:

- 1) lajur khusus bagi sepeda;
- 2) rute bagi sepeda secara khusus, atau bersama dengan pejalan kaki (dengan lajur yang terpisah);
- 3) fasilitas penyeberangan dengan lampu lalu lintas, atau prioritas (dilengkapi dengan marka dan rambu);
- 4) parkir khusus sepeda.

Dari *Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2000)* mengklasifikasikan fasilitas sepeda dalam dua bentuk dasar. Apabila sebagian jalan dijaluri, dirambui, dan dimarkai untuk pengguna khusus atau diutamakan

untuk pengayuh sepeda, bagian ini disebut *lajur sepeda*. Di lain pihak, apabila jalan-sepeda secara fisik terpisah dari lalu lintas kendaraan bermotor, baik itu dalam hak prioritas jalan raya atau didalam akses jalan terpisah, jalan-sepeda ini disebut *lintasan sepeda*.

Di samping itu, di dalam *Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2000)* mendefinisikan fasilitas sepeda tak terputus dan terputus. Fasilitas tak terputus mencakup lintasan sepeda khusus atau lintasan sepeda bersama yang secara fisik terpisah dari badan jalan kendaraan dan tidak terputus didalam lintasannya, kecuali pada titik ujung. Fasilitas sepeda terputus meliputi lajur sepeda di jalan yang melalui persimpangan berlampu lalu lintas atau tanpa lampu lalu lintas, dengan atau tanpa lajur belok kanan khusus untuk lalu lintas kendaraan bermotor.

2.8 HASIL-HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa tugas akhir yang pernah dilakukan dan masih berkaitan dengan tema penelitian ini, yaitu sebagai berikut ini.

Darmawan (2011) melakukan analisis kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting berdasarkan MKJI 1997 di simpang tiga bersinyal Maguwo Yogyakarta. Analisis operasional simpang ini memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,48 dan tundaan simpang rata-rata 884,70 detik/smp. Alternatif yang direncanakan yaitu pelebaran jalan sebagai Alternatif 1, perubahan waktu siklus sebagai Alternatif 2, mengkombinasikan Alternatif 1 dan Alternatif 2 dan merencanakan Bundaran sebagai Alternatif 4. Perubahan terbaik yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan bundaran. Dengan alternatif bundaran ini memberikan perbaikan yang lebih baik daripada alternatif perbaikan yang lain. Hal ini dapat dilihat dari penurunan derajat kejenuhan dan tundaan pada simpang yang lebih besar daripada dengan menggunakan alternatif yang lainnya.

Novitasari (2011) mengatakan bahwa setelah dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap kapasitas dan kinerja simpang dengan standarisasi MKJI 1997 pada simpang bersinyal jalan Seturan-jalan Lingkar Utara, maka dapat

diambil kesimpulan bahwa berdasarkan analisis operasional simpang ini pada kondisi eksisting memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,28 dan tundaan simpang rata-rata 721,32 detik/smp. Alternatif yang dilakukan untuk memecahkan permasalahan ini adalah dengan menggunakan bundaran. Berdasarkan analisis operasional bundaran ini memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,59 dan tundaan bundaran rata-rata 7,28 detik/smp. Dengan alternatif bundaran ini memberikan perbaikan yang lebih baik daripada alternatif perbaikan yang lain.

Suhartono dan Kurniati (2004) melakukan analisis pengaruh hambatan samping (aktifitas pasar) terhadap kapasitas (C) dan kecepatan tempuh kendaraan ringan (V_{LV}) di ruas jalan Gejayan, menyimpulkan bahwa:

- 1) menurut analisis regresi polinomial terdapat hubungan antara hambatan samping dengan kapasitas untuk ruas Timur sebesar 0,75 dan ruas Barat sebesar 0,85 sedangkan hubungan hambatan samping dengan kecepatan tempuh kendaraan ringan untuk ruas Timur sebesar 0,661 dan ruas Barat sebesar 0,861;
- 2) jenis hambatan samping yang paling berpengaruh disebabkan oleh kendaraan keluar masuk jalan;
- 3) pada ruas jalan Gejayan harus ada perubahan manajemen lalu lintas dari segi non fisik berupa pemberian rambu larangan berbalik arah ditambah pemasangan pembatas, sedang dari segi fisik dilakukan pelebaran jalur.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 METODE ANALISIS

Perhitungan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana jalan, lalu lintas, dan lingkungan. Penelitian studi lalu lintas ini berdasarkan ketentuan pada MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) karena merupakan cara yang paling tepat digunakan pada kondisi dan situasi jalan di Indonesia.

3.2 ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS

Perhitungan dilakukan per satu jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus dan belok kanan) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Nilai ekivalensi kendaraan penumpang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Nilai Ekivalensi Kendaraan Penumpang

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.3 ARUS JENUH LALU LINTAS

Metode yang digunakan dalam menentukan arus jenuh lalu lintas berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) adalah sebagai berikut:

3.3.1 Menentukan arus jenuh dasar (S_0)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal. Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) digunakan persamaan 3.1 berikut ini.

$$S_0 = 600 * W_e \quad (3.1)$$

Keterangan:

S_0 = arus jenuh dasar (smp/jam)

W_e = lebar efektif (m)

3.3.2 Menghitung nilai arus jenuh (S)

Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah maka nilai arus kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

$$S = S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \quad (3.2)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Dalam menentukan faktor penyesuaian ukuran kota digunakan Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

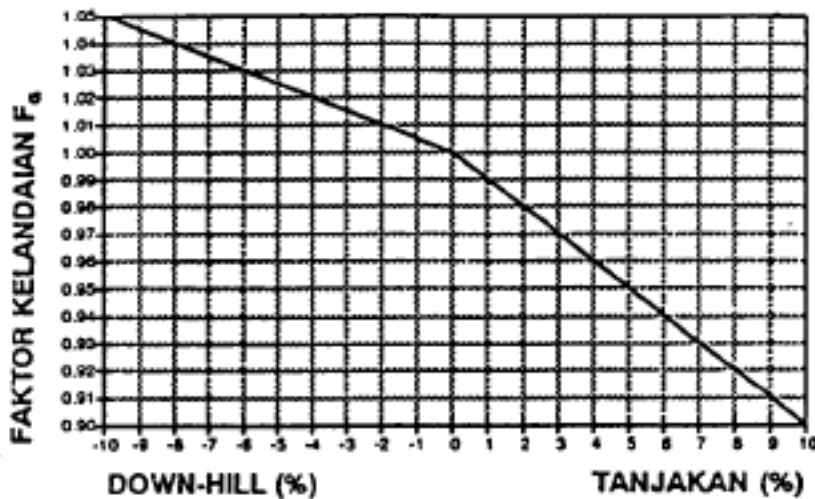
Untuk menentukan besarnya faktor penyesuaian digunakan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor seperti terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	tinggi	terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	tinggi	terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	sedang	terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	sedang	terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	rendah	terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	rendah	terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	tinggi	terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	tinggi	terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	sedang	terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	sedang	terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	rendah	terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	rendah	terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	tinggi/sedang/rendah	terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	tinggi/sedang/rendah	terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi gradien (F_G), adalah fungsi dari kelandaian lengan simpang ditentukan dari gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Faktor Koreksi Gradien F_G

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi parkir (F_p), adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar *approach* ditentukan dari formula dibawah ini atau diperlihatkan dalam Gambar 3.2 berikut ini.

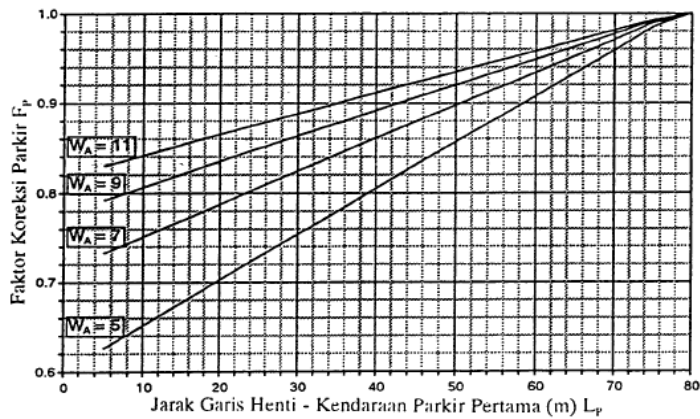
$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) * (L_p/3 - g) / W_A] / g \quad (3.3)$$

Keterangan:

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m)

W_A = lebar *approach* (m)

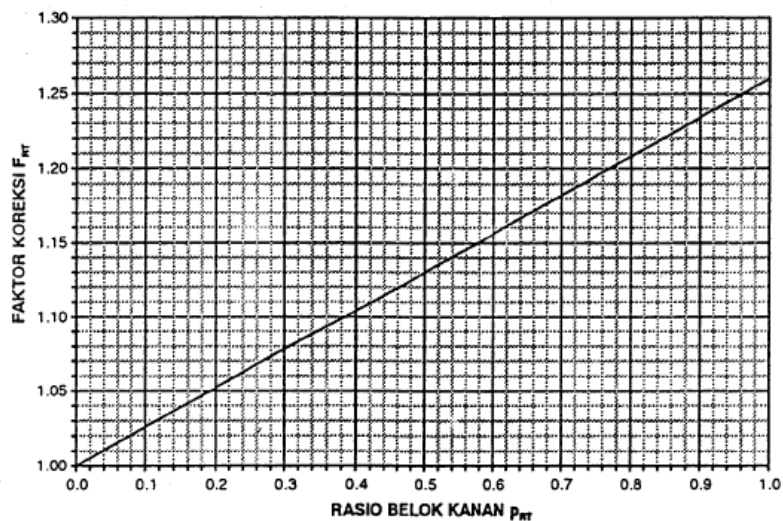
g = waktu hijau *approach* yang bersangkutan (detik)



Gambar 3.2 Faktor Koreksi Parkir F_p

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

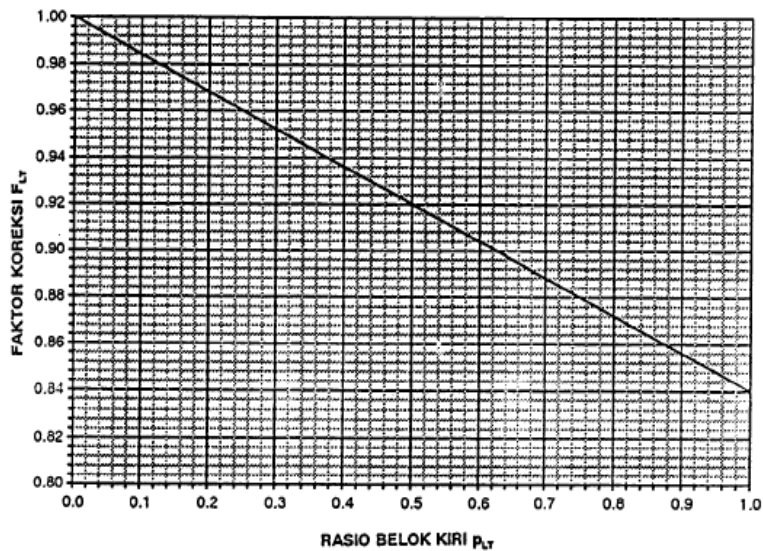
Faktor koreksi belok kanan (F_{RT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan (P_{RT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach P*, jalan dua lajur dan diperlihatkan pada gambar 3.3. Untuk jalan dua lajur tanpa median, kendaraan yang belok kanan terlindung dengan tipe *approach P*, cenderung untuk melewati garis tengah sebelum garis henti ketika mengakhiri belokannya.



Gambar 3.3 Faktor Koreksi Belok Kanan P_{RT}

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi belok kiri (F_{LT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri (P_{LT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach* tanpa LTOR (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Faktor Koreksi Belok Kiri P_{LT}

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.4 KAPASITAS PERSIMPANGAN

Kapasitas persimpangan didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*). *Saturation flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekat persimpangan jalan menurut pada saat waktu hijau per lajur. *Saturation flow* bernotasi S dan dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada waktu lampu hijau. Hitungan kapasitas masing–masing pendekat dapat dicari dengan rumus 3.4 berikut ini.

$$C = S \cdot g / c \quad (3.4)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

3.5 DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio volume arus lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Untuk menentukan besarnya derajat kejenuhan digunakan persamaan 3.5 berikut ini.

$$DS = Q/C \quad (3.5)$$

Keterangan:

- DS = derajat kejenuhan
- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

3.6 PERBANDINGAN ARUS LALU LINTAS DENGAN ARUS JENUH

$$FR = Q/S \quad (3.6)$$

Keterangan:

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

Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- IFR = perbandingan arus simpang $\Sigma(FR_{crit})$
- PR = rasio arus
- FR_{crit} = nilai FR tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase sinyal

3.7 WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

Adapun waktu siklus yang layak untuk simpang adalah seperti terlihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Waktu Siklus yang Layak untuk Simpang

Tipe pengaturan	Waktu siklus (det)
2 fase	40 – 80
3 fase	50 – 100
4 fase	60 – 130

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Waktu siklus yang telah disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan rumus:

$$c = \Sigma g + LTI \quad (3.8)$$

Keterangan:

c = waktu hijau (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

Σg = total waktu hijau (detik)

Waktu siklus pra penyesuaian dihitung dengan rumus:

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

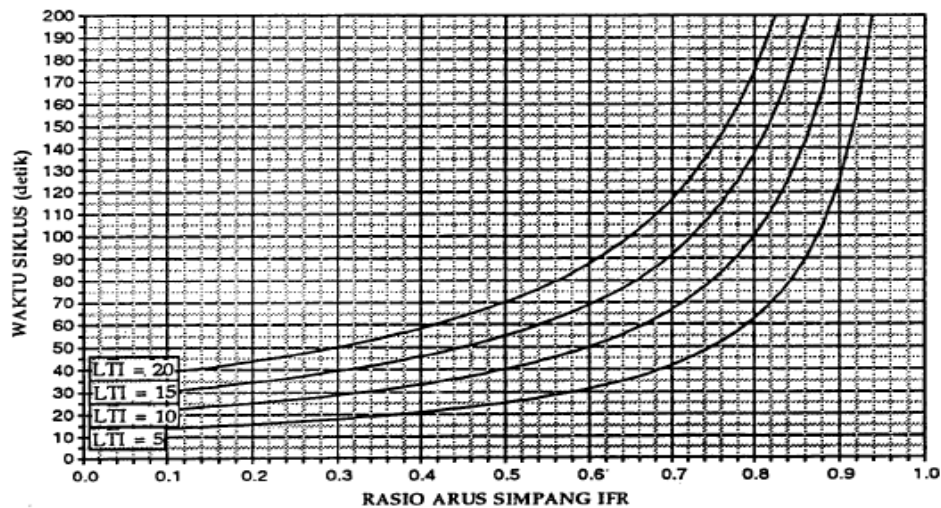
Keterangan:

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

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

IFR = rasio arus simpang

Waktu siklus pra penyesuaian juga dapat diperoleh dari Gambar 3.4



Gambar 3.5 Grafik Penetapan Waktu Siklus Pra Penyesuaian

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Waktu hijau (*green time*) untuk masing-masing fase menggunakan rumus:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \cdot PR_i \quad (3.10)$$

Keterangan:

g_i = waktu hijau dalam fase- i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

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

PR_i = perbandingan fase $FR_{kritis} / \sum(FR_{kritis})$

3.8 PANJANG ANTRIAN

Panjang antrian adalah panjang kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan).

1) Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1)

Untuk $ds > 0,5$ digunakan persamaan 3.10 berikut:

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[(ds - 1) + \sqrt{(ds - 1) + \left((8 \cdot (ds - 0,5)) / C \right)^2} \right] \quad (3.11)$$

Jika $ds \leq 0,5$ maka : $NQ_1 = 0$

Keterangan:

- NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)
 ds = derajat kejenuhan
 GR = rasio hijau
 C = kapasitas (smp/jam)

- 2) Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah (NQ_2) dipakai persamaan 3.12 berikut:

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR \times ds} \cdot \frac{Q}{3600} \quad (3.12)$$

Keterangan:

- NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)
 c = waktu siklus (detik)
 GR = rasio hijau
 ds = derajat kejenuhan
 Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

- 3) Jumlah kendaraan antrian digunakan persamaan 3.13

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.13)$$

Keterangan:

- NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (smp)
 NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (smp)
 NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (smp)

- 4) Panjang antrian digunakan persamaan 3.14

$$QL = NQ_{maks} \cdot (20 / W_{masuk}) \quad (3.14)$$

Keterangan:

QL = panjang antrian (m)

NQ_{max} = jumlah antrian

W_{masuk} = lebar masuk

- 5) Angka henti (NS) masing-masing pendekatan dapat dicari dengan persamaan 3.15

$$NS = \left(\frac{0,9 \cdot NQ}{Q \cdot c} \right) \cdot 3600 \quad (3.15)$$

Keterangan:

NS = angka henti (stop/smp)

NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

- 6) Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekatan menggunakan formula 3.16:

$$N_{SV} = Q \cdot NS \quad (3.16)$$

Keterangan:

N_{SV} = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NS = angka henti (stop/smp)

- 7) Besarnya angka henti seluruh persimpangan dapat ditentukan dengan persamaan 3.17

$$NS_{TOT} = \sum N_{SV} / Q_{TOT} \quad (3.17)$$

Keterangan:

NS_{TOT} = angka henti seluruh persimpangan (stop/smp)

$\sum N_{SV}$ = jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekatan (smp/jam)

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

3.9 TUNDAAN

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpangan. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG).

Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan geometri (DG) disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di persimpangan yang dipengaruhi oleh geometri jalan.

1) Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekatan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.18:

$$DT = (c * A) + \frac{(NQ_1 * 3600)}{c} \quad (3.18)$$

Keterangan:

DT = tundaan waktu lalu lintas rata-rata (detik/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

$$A = \frac{0,5 * (1 - GR)^2}{(1 - GR * DS)}$$

A = konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

2) Tundaan Geometri

Tundaan geometri rata-rata (DG) masing-masing pendekatan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.19:

$$DG = \frac{(1 - P_{SV}) * (P_T * 6)}{(P_{SV} * 4)} \quad (3.19)$$

Keterangan:

P_{SV} = rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS)

P_T = rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata tiap pendekat (D) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri masing-masing pendekat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.20:

$$D = DT + DG \quad (3.20)$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = rata-rata tundaan geometri tiap pendekat (detik/smp)

Tundaan total pada simpang dihitung dengan menggunakan persamaan 3.21:

$$D_{tot} = D * Q \quad (3.21)$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Untuk tundaan simpang rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan 3.22:

$$D = \frac{\sum(Q * D)}{\sum Q} \quad (3.22)$$

Keterangan :

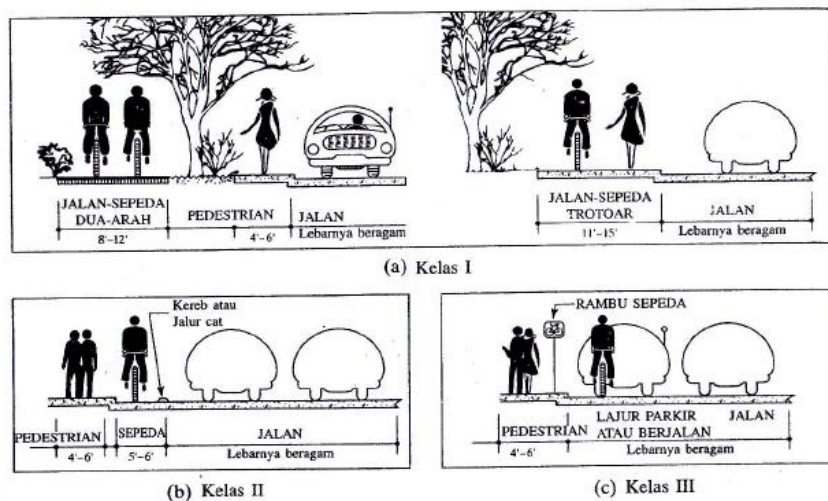
D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

3.10 FASILITAS SEPEDA

Jalan sepeda yang merupakan fasilitas sepeda, menurut Khisty dan Lall (2003) umumnya dikelaskan sebagai berikut:

- 1) jalan Sepeda Kelas I: sama sekali terpisah dari lalu lintas kendaraan dan didalam hak prioritas jalan atau prioritas jalan pada fasilitas lain. Jalan sepeda yang terpisah dari kendaraan tetapi sama-sama digunakan oleh sepeda dan *pedestrian* dicakupkan dalam kelas ini, seperti pada gambar 3.5 (a);
- 2) jalan Sepeda Kelas II: bagian dari badan jalan atau bahu jalan yang dimarkai dengan marka keras atau rintangan. Gerak parkir, menyeberang, berbelok diperbolehkan di dalam jalan sepeda ini. Kelas jalan sepeda ini ditunjukkan pada gambar 3.5 (b);
- 3) jalan Sepeda Kelas III: sama-sama menggunakan akses jalan dengan kendaraan bermotor; yang ditandai oleh rambu saja (Gambar 3.5 (c)). Tidak ada perlindungan sama sekali dari kendaraan bermotor, walaupun dengan adanya rambu akan membantu membuat pengendara kendaraan bermotor sadar akan adanya pengaruh sepeda.



Gambar 3.6 Klasifikasi Jalan Sepeda (FHWA,1980)

Ukuran utama kendaraan tidak bermotor jenis sepeda tidak termasuk muatannya berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997 tentang Kendaraan Tidak Bermotor dan Penggunaanya di Jalan adalah:

- 1) lebar maksimum 550 mm;
- 2) tinggi maksimum 1.100 mm;
- 3) panjang maksimum 2.100 mm.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian empiris. Empiris terkait dengan observasi atau kejadian yang dialami sendiri oleh peneliti. Penelitian empiris dapat dibedakan dalam tiga macam bentuk, yaitu: studi kasus, studi lapangan, dan studi laboratorium. Ketiga macam penelitian ini dapat dibedakan dari dua sudut pandang, yaitu: (a) keberadaan rancangan eksperimen, dan (b) keberadaan kendali eksperimen. Untuk studi lapangan dapat dipakai teknik studi waktu dan gerak (*time and motion study*), misal dibantu dengan peralatan kamera video, TV sirkuit tertutup, atau alat “penangkap” kejadian (sensor) dan perekam yang lain. Untuk studi laboratorium dapat dilakukan antara lain dengan simulasi (misal dengan komputer) (Djunaedi, 2000).

4.2 CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel diperlukan dalam sebuah penelitian untuk mengetahui kondisi lalu lintas. Walaupun sampel tersebut belum sepenuhnya dapat memberikan gambaran kondisi lalu lintas, namun dapat mewakili sebagian kondisi lalu lintas yang ada. Cara pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan secara *nonprobability sampling* (tidak acak). Hal ini dilakukan karena keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga. Sehingga untuk mendapatkan perkiraan yang baik, harus mempunyai sampel yang dapat mewakili populasi (*representative*). Penelitian ini termasuk dalam kelompok *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel berdasarkan tujuan. Pada penelitian ini, siapa yang akan diambil sebagai anggota sampel diserahkan pada pertimbangan peneliti selaku pengumpul data sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian. Pedoman yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan sampel yaitu pengambilan sampel disesuaikan dengan tujuan penelitian, jumlah atau ukuran sampel tidak dipersoalkan, dan sampel yang digunakan disesuaikan dengan criteria tertentu yang sudah ditetapkan berdasarkan tujuan penelitian. Peneliti melakukan pengambilan sampel pada pagi dan sore

hari. Hal ini dikarenakan pada waktu-waktu tersebut diperkirakan banyak aktifitas yang berlangsung pada simpang yang akan ditinjau.

4.3 CARA PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang disusun secara sistematis. Sebelum pengumpulan atau pengambilan data dilakukan, peneliti memastikan semua data yang dibutuhkan telah tersusun rapi sebelumnya. Data yang diperoleh dapat diambil dari beberapa sumber. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari sumber data, yaitu dengan cara observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian. Langkah yang dilakukannya itu dengan pengamatan kondisi lalu lintas dan pengamatan pada jam-jam sibuk, perekaman kondisi lalu lintas saat jam sibuk pada simpang bersinyal, dan pengklasifikasian data dengan melakukan pemutaran hasil rekaman yang dilakukan di lapangan;
- 2) data sekunder, yaitu data yang tidak diperoleh langsung dari sumber data. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait yang berhubungan dengan pengamatan yang dilakukan. Data sekunder ini berfungsi sebagai pendukung dari data primer.

4.3.1 Pelaksanaan Survei

Survei perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan sebuah penelitian. Pelaksanaan survei bertujuan untuk memastikan kondisi pengamatan dan penentuan waktu yang tepat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan survei adalah lokasi yang tepat dan penentuan waktu yang tepat, baik jam dan harinya.

4.3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang perlu dipersiapkan untuk survei pengumpulan data lapangan meliputi:

- 1) alat tulis;
- 2) formulir survei, digunakan untuk pencatatan arus lalu lintas;

- 3) *camera*, digunakan untuk merekam arus lalu lintas;
- 4) jam tangan, digunakan untuk menghitung kapan dimulai dan mengakhiri penelitian;
- 5) *hand Counter*, digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan;
- 6) *roll meter*, digunakan untuk mengukur data geometri jalan;
- 7) sepeda, digunakan sebagai alat peraga saat melakukan percobaan di lapangan;
- 8) *stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu tempuh sepeda saat melakukan simulasi;
- 9) tali, digunakan untuk menentukan jarak tempuh sepeda saat simulasi;
- 10) peralatan penunjang lainnya yang diperlukan dalam penelitian.

4.3.3 Persiapan Survei Lapangan

Beberapa hal yang perlu dipersiapkan saat melakukan survey lapangan meliputi:

- 1) Posisi titik pengamatan;
- 2) Formulir penelitian untuk simpang bersinyal;
- 3) Pemberitahuan mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan.

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

- 1). Lapangan
 - a. Survei Arus Lalu Lintas

Survei arus lalu lintas pada simpang bersinyal dilakukan menggunakan *camera* dengan durasi rekaman masing-masing tiga jam, pagi dan sore hari. Pada pagi hari dilakukan pada pukul 06:30 – 09:30 WIB, untuk sore hari dilakukan pada pukul 16:00 – 19:00 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, 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 (*pedestrian*), kendaraan parkir atau berhenti (*parking and stopping vehicle*), kendaraan tak bermotor, kendaraan yang keluar atau masuk dari atau kesisi jalan (*entry and exit vehicle*), dan kendaraan yang bergerak lambat (*slow moving vehicle*).

d. Pengamatan Sinyal Lalu Lintas

Tahap ini dilakukan dengan mencatat lamanya waktu menyala tiap-tiap sinyal (hijau, kuning, merah) pada masing-masing pendekat, serta menentukan fase sinyal.

e. Kecepatan Tempuh Rata-rata Sepeda

Pada bagian ini, penyusun melakukan percobaan menggunakan sepeda melintas dari satu lengan ke lengan yang lain memperkirakan waktu yang dibutuhkan serta jarak yang ditempuh pesepeda dalam melintasi simpang tersebut.

f. Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

Penyusun mengukur ruang tunggu sepeda menggunakan *roll meter*, kemudian dibandingkan dengan dimensi pesepeda berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997 tentang Kendaraan Tidak Bemotor dan Penggunaanya di Jalan.

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, jenis kendaraan yang melintas di simpang tersebut, dan beberapa data lainnya yang dapat digunakan sebagai pendukung penelitian.

4.3.4 Waktu Pelaksanaan Pengamatan

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 komuter dari luar daerah sekitar Yogyakarta. Berikut ini adalah waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan pengamatan:

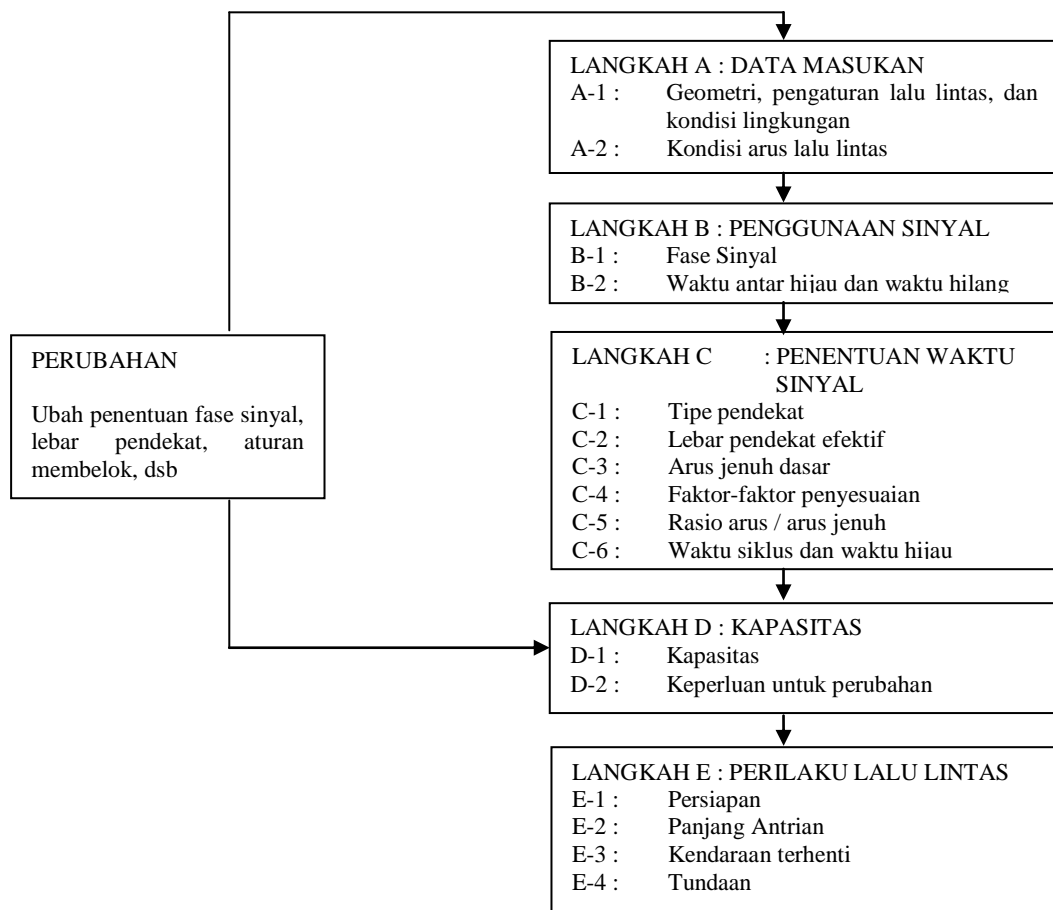
- 1) Pagi , pukul 06:30 – 09:30 WIB;
- 2) Sore, pukul 16:00 – 19:00 WIB

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 CARA ANALISIS DATA

Data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan dianalisis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk mengetahui kinerja dari simpang bersinyal yang diteliti. Bila kinerja dari simpang bersinyal tersebut ternyata tidak memenuhi standar MKJI 1997, maka diperlukan alternatif untuk perbaikan simpang bersinyal agar kinerjanya meningkat.

Berikut adalah bagan alir analisis simpang bersinyal berdasarkan MKJI 1997:

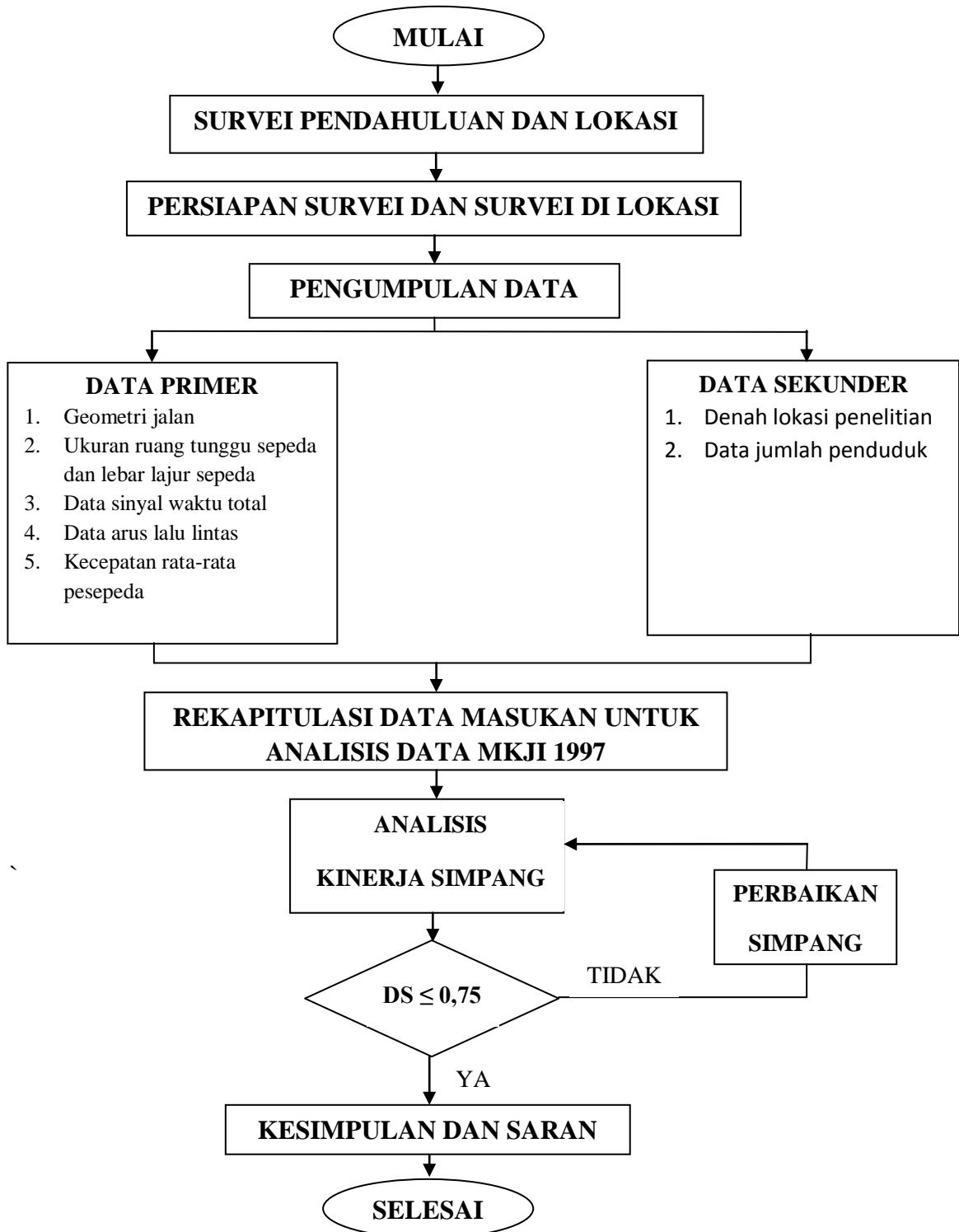


Gambar 4.1 Bagan Alir Analisis Simpang Bersinyal

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

4.5 BAGAN ALIR PENELITIAN

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



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA HASIL PENELITIAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan. Pengambilan data lalu lintas yang diperoleh adalah data mengenai arus lalu lintas dan geometri simpang tersebut. Kedua jenis data tersebut didapatkan dengan cara melakukan survei secara langsung di lapangan menggunakan *handycam*, mencatat dan mengukur secara manual.

5.1.1 Jam Puncak Arus Lalu Lintas

Waktu pengambilan data dilakukan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu. Jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat kerja, kuliah, jam makan dan lain lain. Untuk jam puncak pagi diperkirakan antara jam 06.30 – 09.30 WIB dan untuk jam puncak sore diperkirakan pada jam 16.00 – 19.00 WIB. Rekapitulasi data per 1 jam dalam penentuan jam puncak arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan per 1 Jam

NO	Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
		Senin	Rabu	Sabtu
	Pagi	19 Desember 2011	14 Desember 2011	17 Desember 2011
1	06.30 – 07.30	1999	1819	1650
2	06.45 – 07.45	2319	2134	1968
3	07.00 – 08.00	2548	2349	2171
4	07.15 – 08.15	2721	2515	2327
5	07.30 – 08.30	2790	2587	2383
6	07.45 – 08.45	2704	2499	2282
7	08.00 – 09.00	2690	2481	2260
8	08.15 – 09.15	2604	2407	2175
9	08.30 – 09.30	2666	2463	2244

Lanjutan Tabel 5.1

Sore				
1	16.00 – 17.00	2849	2511	2656
2	16.15 – 17.15	2859	2543	2689
3	16.30 – 17.30	2916	2603	2746
4	16.45 – 17.45	2942*	2637	2780
5	17.00 – 18.00	2916	2610	2746
6	17.15 – 18.15	2857	2560	2692
7	17.30 – 18.30	2808	2514	2639
8	17.45 – 18.45	2834	2512	2635
9	18.00 – 19.00	2855	2541	2657

^{*)} Jumlah kendaraan paling banyak

Dari Tabel 5.1 di atas, maka diketahui jam puncak arus lalu lintas kendaraan di persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, yaitu:

Hari : Senin

Tanggal : 19 Desember 2011

Jam : 16.45 – 17.45 WIB

5.1.2 Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Data Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan (kend/jam)			
Dari	Ke	LV	HV	MC	UM
Utara	LTOR	105	2	382	4
	RT	345	8	1320	43

Lanjutan Tabel 5.2

Barat	LTOR	68	1	361	23
	ST	405	12	1414	29
Timur ST	ST	674	19	2131	57
Timur RT	RT	118	1	306	8

Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2011

5.1.3 Data Lampu Lalu Lintas dan Fase Sinyal

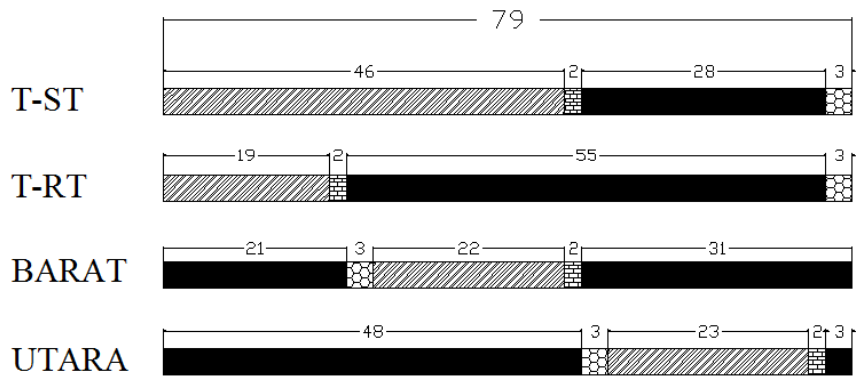
Data lampu lalu lintas pada simpang bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak seperti terlihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Data Lampu Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>All Red</i>	
Utara	23	2	51	3	79
Barat	22	2	52	3	
Timur ST	46	2	28	3	
Timur RT	19	2	55	3	

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2011

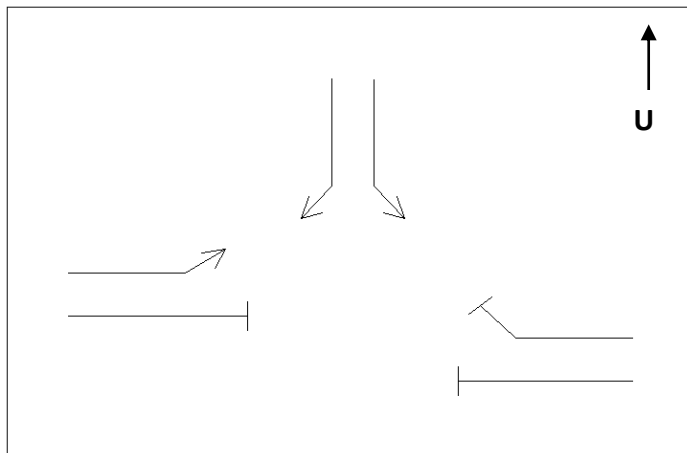
Penentuan waktu siklus simpang bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Ketiga fase di atas dapat dilihat pada Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut ini.



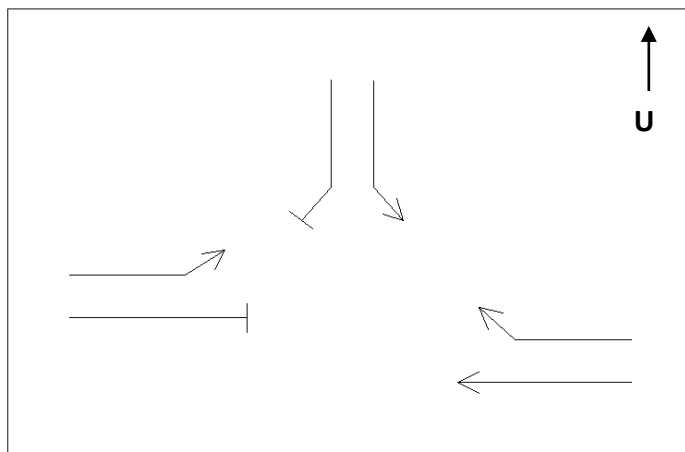
Keterangan :

- Waktu Hijau (detik)
- Waktu Merah (detik)
- Waktu Kuning (detik)
- Waktu Allred (detik)

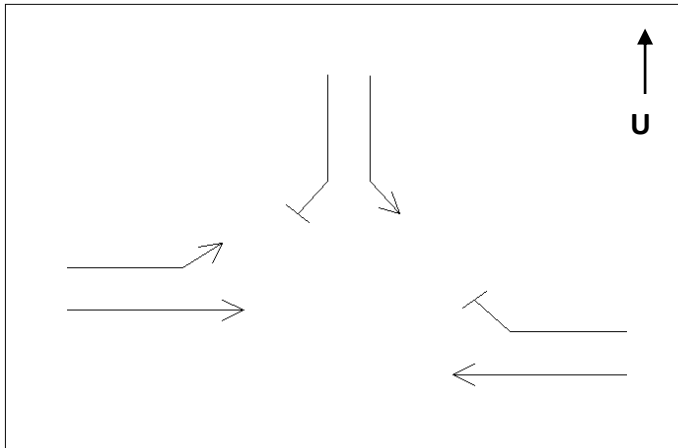
Gambar 5.1 Waktu Siklus



Gambar 5.2 Fase 1 (utara)



Gambar 5.3 Fase 2 (timur)



Gambar 5.4 Fase 3 (barat)

5.2 ANALISIS KINERJA SIMPANG KONDISI EKSISTING

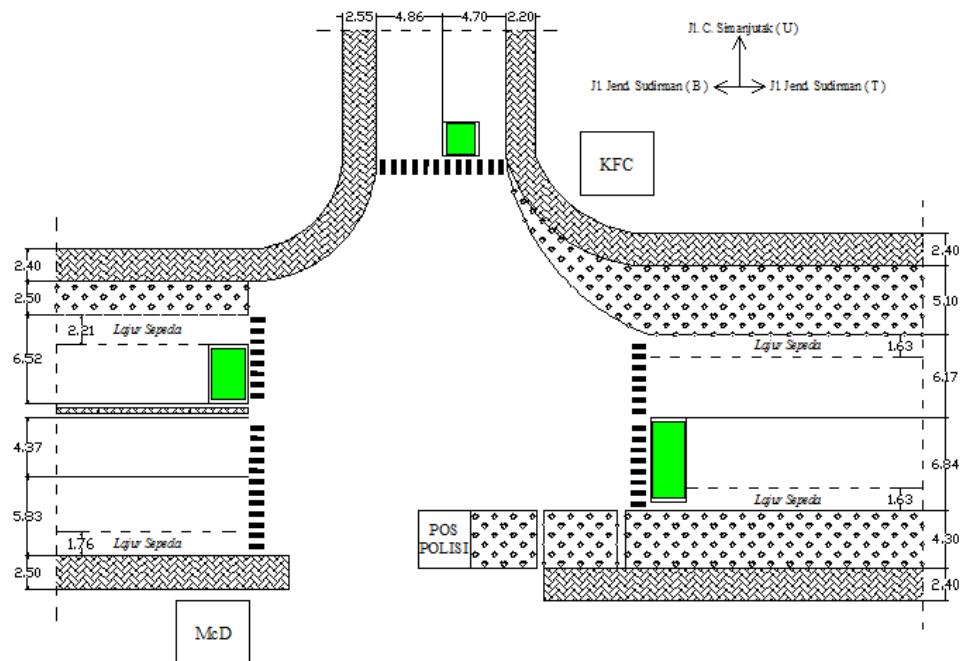
Kinerja simpang bersinyal dianalisis dengan cara mengisi 5 buah formulir yang berisi tabel-tabel berdasarkan format dari MKJI 1997, yaitu:

- 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-III : penentuan waktu signal dan kapasitas
- 5) Formulir SIG-IV : panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan

5.2.1 Penggunaan Formulir SIG-I

Formulir SIG-I : Geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
 Kota : Yogyakarta
 Ukuran kota : 388.627 jiwa (data penduduk tahun 2010)
 Hari/tanggal : Senin / 19 Desember 2011

Gambar detail geometri simpang pada kondisi eksisting bisa dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Geometri Simpang Jl. Jend.Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Data geometri dan kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak bisa dilihat pada Tabel 5.4 halaman berikut ini.

Tabel 5.4 Data Geometri dan Kondisi Lingkungan Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Kode Pendekat	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Tipe Lingkungan	COM	COM	COM	COM
Hambatan Samping Tinggi / Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Median Ya/ Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
Ruang tunggu sepeda	Ada	Ada	Ada	Ada
Lajur Sepeda	Tidak ada	Ada	Ada	Ada
Lebar lajur sepeda (m)	0	2,21	1,63	1,63

Lanjutan Tabel 5.4

Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	4,73	6,57	6,86	6,86
	Masuk Wmasuk (m)	2,72	4,36	6,86	3
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	2,01	2,21	0	0
	Wkeluar (m)	10,2	6,17	10,2	4,86

Sumber : Hasil Survei Lapangan, 2011

5.2.2 Penggunaan Formulir SIG-II

Formulir SIG-II berisi tentang data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Data arus lalu lintas dan rasio berbelok dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Arus Lalu Lintas Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLT OR	PRT
Utara	LTOR	105	2	382	4		0,226	
	RT	345	8	1320	43			0,774
	Total	450	10	1702	47	0,022		

Lanjutan Tabel 5.5

Barat	LTOR	68	1	361	23		0,19	
	ST	405	12	1414	29			
	Total	473	13	1775	52	0,023		
Timur ST	ST	674	10	2131	57			
	Total	674	10	2131	57	0,02		
Timur RT	RT	118	1	306	8			1
	Total	118	1	306	8	0,019		

5.2.3 Penggunaan Formulir SIG-IV

Formulir SIG-III berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekatan Barat.

1). Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S) dengan rumus 3.2

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

a. Arus jenuh dasar (S_0), untuk:

Pendekat tipe : Terlindung (P)

Lebar efektif (W_e) : 6,17 meter

Diperoleh nilai S_0 dengan menggunakan rumus 3.1

$$S_0 = 600 * W_e = 600 * 6,17 = 3702 \text{ smp/jam}$$

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari tabel 3.2

Jumlah penduduk = 388.627 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{CS} = 0,83$

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari tabel 3.4

- Lingkungan jalan : *Commercial (COM)*
- Kelas hambatan samping : Tinggi
- Tipe fase : Terlindung (P)
- Rasio kendaraan tidak bermotor : 0,023

Kemudian diperoleh nilai $F_{SF} = 0,93$

d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

e. Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_p sebesar 1

f. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 - P_{RT} * 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$

g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} * 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1$

h. Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.2

$$\begin{aligned} S &= S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \\ &= 3702 * 0,83 * 0,93 * 1 * 1 * 1 \\ &= 2858 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2). Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 845 smp/jam.

3). Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus 3.6 berikut.

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 845/2858 \\ &= 0,30 \end{aligned}$$

4). Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus 3.4 berikut.

$$C = S * (g/c)$$

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 23 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 79 \text{ detik}$$

Jadi,

$$C = 2858 * \frac{23}{79}$$

$$= 796 \text{ smp/jam}$$

5). Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan menggunakan rumus 3.5 berikut.

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

$$= \frac{845}{796}$$

$$= 1,06$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.6 halaman berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Arus jenuh dasar (So)	6120	3702	6120	2916
Faktor penyesuaian ukuran kota (F _{CS})	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor penyesuaian hambatan samping (F _{SF})	0,93	0,93	0,93	0,93
Faktor penyesuaian kelandaian (F _G)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (F _P)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (F _{RT})	1,20	1	1	1,26
Faktor penyesuaian belok kiri (F _{LT})	1	1	1	1
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), smp/jam	5674	2858	4724	2836
Nilai arus lalu lintas (Q), smp/jam	803	845	1113	181

Lanjutan Tabel 5.6

Rasio arus (FR)	0,14	0,30	0,24	0,06
Rasio fase (IFR)	0,28	0,59	0,47	0,13
Kapasitas (C), smp/jam	1652	796	2751	682
Derajat kejenuhan (DS)	0,49	1,06	0,40	0,26

Sumber: Berdasarkan Analisis Data Hasil Pengamatan di Lapangan, 2011

5.2.4 Penggunaan Formulir SIG-V

Formulir SIG-IV berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan–tundaan. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan–tundaan yang tinjauannya juga dilakukan terhadap pendekatan Barat.

- 1). Perhitungan jumlah kendaraan antri
 - a. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
Dari rumus 3.11 diperoleh $NQ_1 = 32$ smp
 - b. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2
Dari rumus 3.12 diperoleh $NQ_2 = 19$ smp
 - c. Jumlah kendaraan antri
$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$
$$= 32 + 19 = 51 \text{ smp}$$
 - d. Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max} = 71$ smp
- 2). Perhitungan panjang antrian QL
Dari rumus 3.14 diperoleh $QL = 325$ m
- 3). Perhitungan rasio kendaraan stop NS
Dari rumus 3.15 didapat $NS = 2,49$ stop/smp
- 4). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}
Dari rumus 3.16 diperoleh $N_{SV} = 2076$ smp/jam
- 5). Perhitungan tundaan
 - a. Tundaan lalu lintas rata-rata
Dari rumus 3.18 diperoleh $DT = 172,27$ detik/smp

b. Tundaan geometri rata-rata

Dari rumus 3.19 diperoleh $DG = 9,83$ detik/smp

c. Tundaan rata-rata

$D = DT + DG = 172,27 + 9,83 = 182,10$ detik/smp

d. Tundaan total $= D * Q$
 $= 182,10 * (845/3600)$
 $= 43$ smp.det

Untuk keseluruhan hasil perhitungan kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Jumlah Kendaraan yang Tertinggal (NQ1), smp	0	32	0	0
Jumlah Kendaraan yang Datang (NQ2), smp	15	19	13	3
Jumlah Kendaraan Antri (NQ), smp	15	51	13	3
Jumlah Maksimum Kendaraan Antri (NQmax), smp	20	71	19	5
Panjang Antrian (QL), meter	150	325	54	30
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,74	2,46	0,49	0,73
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	597	2076	548	132
Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT), detik/smp	23,12	172,27	9,02	24,33
Tundaan Geometri Rata-Rata (DG), detik/smp	4,17	9,83	1,97	4,54

Lanjutan Tabel 5.7

Tundaan Rata-Rata (D), detik/smp	27,29	182,10	10,98	28,87
Tundaan total, detik	6	43	3	1

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang} &= \text{Jumlah tundaan total/ arus total} \\
 &= 54/0,82 \\
 &= 66 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

Dari analisis simpang di atas, derajat kejenuhan (DS) di kondisi eksisting pada pendekat Utara 0,49, pendekat Barat 1,06 dan pendekat Timur 0,24. Nilai derajat kejenuhan pada pendekat Barat berada di atas 0,75 yang berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh berdasarkan MKJI 1997, dan akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu-lintas puncak. Dengan demikian perlu direncanakan beberapa alternatif perbaikan guna mengatasi masalah tersebut.

5.3 ANALISIS SEPEDA

5.3.1 Kecepatan Sepeda

Dalam menentukan kecepatan sepeda dalam melintas dari satu lengan ke lengan yang lain, maka dilakukan simulasi dengan menggunakan sepeda melintas dari satu lengan ke lengan yang lain dengan 3 kali percobaan. Seperti yang terlihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Kecepatan Sepeda pada Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

ASAL	TUJUAN	JARAK TEMPUH (m)	WAKTU TEMPUH (dt)			RATA-RATA	KECEPATAN TEMPUH (m/dt)
			I	II	III		
Utara	Barat	50,8	19	17	17	18	2,88
Timur ST	Barat	70	25	27	26	26	2,69
Timur RT	Utara	60,6	18	21	19	19	3,13
Barat	Timur	70	25	26	26	26	2,73

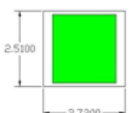
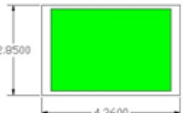

Sumber : Hasil Survei Lapangan, 2011

Dari tabel di atas terlihat bahwa masing-masing lengan membutuhkan waktu yang berbeda-beda dalam melintas dari satu lengan ke lengan yang lain. Saat pesepeda berada di dalam ruang tunggu sepeda di lengan utara, pesepeda membutuhkan waktu sekitar 18 detik untuk sampai di lengan Barat dengan kecepatan mengayuh sepeda 2,9 m/dtk yang berjarak 51 m. Begitu juga dengan arah sebaliknya seperti yang ada di dalam Tabel 5.8.

5.3.2 Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

Untuk mengetahui jumlah sepeda yang dapat menggunakan ruang tunggu sepeda pada tiap-tiap lengan simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, perlu diketahui ukuran atau dimensi dari sepeda dan ruang tunggu sepeda tersebut. Daya tampung ruang tunggu sepeda pada simpang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

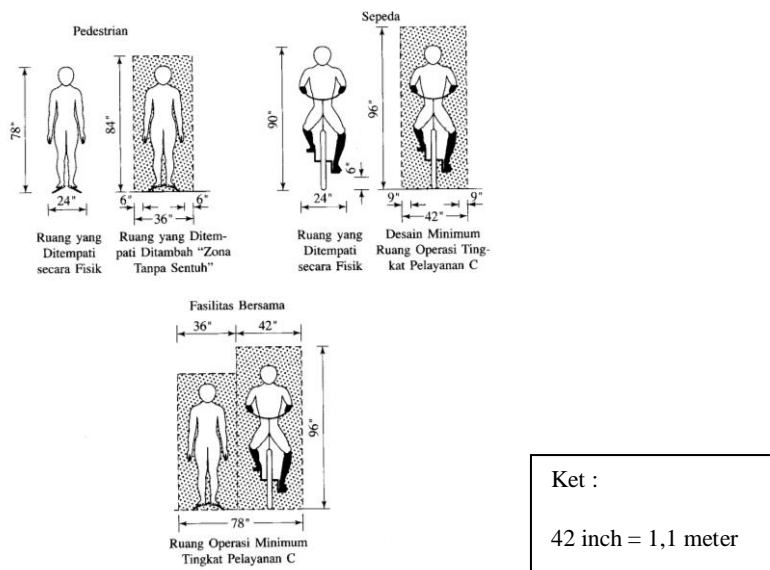
Pendekat	Ruang Tunggu Sepeda		Sepeda		Kapasitas Ruang Tunggu Sepeda
	Lebar (m)	Panjang (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	
Utara 	2,72	2,51			3
Barat 	4,36	2,85	1,1	2,1	4
Timur 	6,24	2,6			6

Ket: *Lebar sepeda 1,1 m, Dasar-dasar rekayasa transportasi (Khisty & Lall)

*Panjang sepeda 2,1 m, Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997

Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2011

Ruang tunggu sepeda dapat dibuat dengan ukuran yang sesuai dengan pesepeda. Ukuran pesepeda dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Kebutuhan Ruang-Bebas Jalan Sepeda (FHWA, 1980)

Dari tabel tersebut, dapat diketahui kapasitas dari ruang tunggu sepeda pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Pada lengan utara dengan ukuran ruang tunggu sepeda (2,72 x 2,51) m dapat menampung 3 pesepeda. Sedangkan untuk lengan barat dan timur, masing-masing dapat menampung 4 dan 6 pesepeda.

5.4 PERENCANAAN PERBAIKAN

Analisis simpang Jl. Jend.Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak pada kondisi eksiting di jam puncak memiliki angka derajat kejenuhan di atas 0,75 yaitu pada lengan Barat 1,06. Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu-lintas puncak. Dengan demikian perlu direncanakan beberapa alternatif atau perbaikan guna mengatasi masalah tersebut.

1. Alternatif 1

Perbaikan kinerja simpang dilakukan dengan cara merubah waktu hijau, sedang waktu siklus yang direncanakan sebesar 60 detik. Berikut perhitungan waktu hijauya serta dampak atas perubahan waktu hijau tersebut terhadap derajat kejenuhan arus lalu lintas simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak yang awalnya nilai derajat kejenuhan (DS) pada pendekat utara sebesar 1,06, pendekat barat 1,00 dan pendekat timur 0,19 dengan waktu siklus 79 detik.

Perhitungan waktu hijau masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus :

$$g_i = (Cua - LTI) * PR_i \quad (3.9)$$

Keterangan :

g_i = waktu hijau dalam fase-i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)
= 15 detik

Cua = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)
= 70 detik

PR_i = perbandingan fase $FR_{kritis} / \Sigma(FR_{kritis})$

$$g_1 \text{ (Utara)} = (70 - 15) * 0,28 = 15 \text{ detik}$$

$$g_2 \text{ (Barat)} = (70 - 15) * 0,59 = 33 \text{ detik}$$

$$g_3 \text{ (Timur)} = (70 - 15) * 0,13 = 7 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan waktu hijau pada pendekat Utara (g_1) 15 detik, Barat (g_2) 33 detik dan Timur (g_3) 7 detik. Berdasarkan MKJI 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. Untuk dapat menyesuaikan dengan ketentuan pada MKJI 1997 yaitu nilai angka derajat kejenuhan $\leq 0,75$, maka waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Waktu Hijau untuk Perbaikan Kinerja Simpang

Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	All Red	
Utara	22	2	68	3	90
Barat	36	2	54	3	
Timur ST	58	2	32	3	
Timur RT	17	2	73	3	

Perubahan waktu hijau akan berdampak pada nilai Kapasitas (C) dan juga nilai Derajat Kejenuhan (DS), perhitungan dilakukan pada pendekat Barat yang awalnya nilai Kapasitas sebesar 796 smp/jam menjadi 1143 smp/jam. Nilai Derajat Kejenuhan menjadi 0,74 yang sebelumnya sebesar 1,06. Maka perbaikan kinerja simpang dengan merubah waktu siklus menjadi 90 detik dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan dengan Waktu Siklus 90 Detik

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Waktu Hijau, detik	22	36	58	17
Kapasitas (C), smp/jam	1387	1143	3044	536
Derajat kejenuhan (DS)	0,58	0,74	0,37	0,34
Jumlah maksimum kendaraan antri (NQmax), smp	25	26	18	5
Panjang Antrian (QL), meter	184	121	53	36
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	643	681	466	141
Tundaan total, detik	8	7	3	2

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang} &= \text{Jumlah tundaan total / arus total} \\
 &= 19/0,82 \\
 &= 24 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

2. Alternatif 2

Ruang tunggu sepeda pada tiap pendekat dipindah letaknya menjadi di depan *zebra cross*, sehingga faktor hambatan sampingnya menjadi rendah karena jarak tempuh sepeda menjadi lebih pendek dan waktu tempuhnya juga lebih cepat.

1) Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

$$S = S_o * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT}$$

a. Arus jenuh dasar (S_o), untuk:

Pendekat tipe : Terlindung (P)

Lebar efektif (W_e) : 6,17 meter

Diperoleh nilai S_o dengan menggunakan rumus 3.1

$$S_o = 600 * W_e = 600 * 6,17 = 3702 \text{ smp/jam}$$

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari tabel 3.2

Jumlah penduduk = 388.627 jiwa, maka didapatkan nilai F_{CS} = 0,83

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari tabel 3.4

- Lingkungan jalan : *Commercial (COM)*
- Kelas hambatan samping : Rendah
- Tipe fase : Terlindung (P)
- Rasio kendaraan tidak bermotor : 0,023

Kemudian diperoleh nilai F_{SF} = 0,95

d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

e. Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_p sebesar 1

f. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 * P_{RT} * 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai F_{RT} = 1

g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} * 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1$

h. Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.2

$$\begin{aligned} S &= S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \\ &= 3702 * 0,83 * 0,95 * 1 * 1 * 1 \\ &= 2919 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2). Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 845 smp/jam.

3). Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus 3.6 berikut.

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 845/2919 \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

4). Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus 3.4 berikut.

$$C = S * (g/c)$$

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 23 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 79 \text{ detik}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} C &= 2919 * \frac{23}{79} \\ &= 813 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5). Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan menggunakan rumus 3.5 berikut.

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{c} \\ &= \frac{845}{813} \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

Ketentuan	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Arus jenuh dasar (S_0)	6120	3702	6120	2916
Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})	0,95	0,95	0,95	0,95
Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (F_P)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})	1,20	1	1	1,26
Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})	1	1	1	1
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), smp/jam	5797	2919	4826	2897
Nilai arus lalu lintas (Q), smp/jam	803	845	1113	181
Kapasitas (C), smp/jam	1688	813	2810	697
Derajat kejenuhan (DS)	0,48	1,04	0,40	0,26

1). Perhitungan jumlah kendaraan antri

- a. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Dari rumus 3.11 diperoleh $NQ_1 = 25$ smp

- b. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2

Dari rumus 3.12 diperoleh $NQ_2 = 19$ smp

- c. Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 25 + 19 = 44 \text{ smp}$$

- d. Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max} = 61$ smp
- 2). Perhitungan panjang antrian QL
Dari rumus 3.14 diperoleh $QL = 280$ m
- 3). Perhitungan rasio kendaraan stop NS
Dari rumus 3.15 didapat $NS = 2,12$ stop/smp
- 4). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}
Dari rumus 3.16 diperoleh $N_{SV} = 1791$ smp/jam
- 5). Perhitungan tundaan
- Tundaan lalu lintas rata-rata
Dari rumus 3.18 diperoleh $DT = 138,91$ detik/smp
 - Tundaan geometri rata-rata
Dari rumus 3.19 diperoleh $DG = 8,48$ detik/smp
 - Tundaan rata-rata
 $D = DT + DG = 138,91 + 8,48 = 147,39$ detik/smp
 - Tundaan total $= D * Q$
 $= 147,39 * (845/3600)$
 $= 35$ smp.det

Untuk keseluruhan hasil perhitungan kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

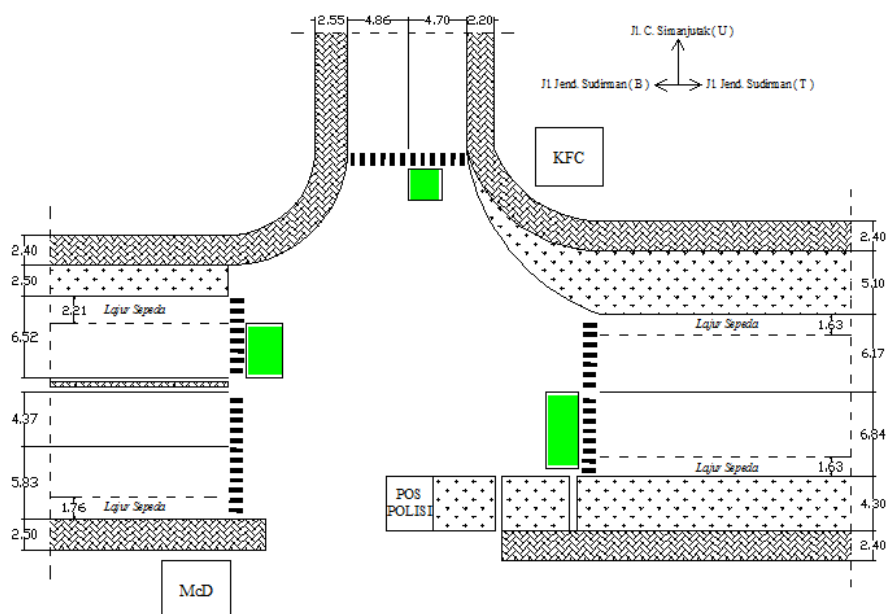
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Jumlah Kendaraan Yang Tertinggal (NQ1), smp	0	25	0	0
Jumlah Kendaraan Yang Datang (NQ2), smp	15	19	13	3
Jumlah Kendaraan Antri (NQ), smp	15	44	13	3

Lanjutan Tabel 5.13

Jumlah maksimum kendaraan antri (NQ _{max}), smp	20	61	19	5
Panjang Antrian (QL), meter	149	280	54	30
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,74	2,12	0,49	0,73
Jumlah Kendaraan Terhenti (N _{SV}), smp/jam	595	1791	544	132
Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT), detik/smp	23,04	138,91	8,96	24,30
Tundaan Geometri Rata-Rata (DG), detik/smp	4,17	8,48	1,95	4,54
Tundaan Rata-Rata (D), detik/smp	27,21	147,39	10,91	28,84
Tundaan total, detik	6	35	3	1

Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang = Jumlah tundaan total/ arus total
 = 46/0,82
 = 56 detik/smp



Gambar 5.7 Perubahan Letak Ruang Tunggu

1.5 REKAPITULASI KINERJA

Kinerja simpang kondisi eksisting beserta alternatif perbaikan dapat dilihat pada tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Beserta Alternatifnya

Parameter Kinerja	Eksisting				Alternatif 1				Alternatif 2			
	U	B	T-ST	T-RT	U	B	T-ST	T-RT	U	B	T-ST	T-RT
Kapasitas (C), smp/jam	1652	796	2751	682	1387	1143	3044	536	1688	813	2810	697
Derajat Kejenuhan (DS)	0.49	1.06	0.40	0.26	0.58	0.74	0.37	0.34	0.48	1.04	0.40	0.26
Panjang Antrian (QL), meter	150	325	54	30	184	121	53	36	149	280	54	30
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	597	2076	548	132	643	681	466	141	595	1791	544	132
Tundaan Total, detik	6	43	3	1	8	7	3	2	6	35	3	1

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap volume, kapasitas dan perilaku lalu lintas pada jam puncak dengan standarisasi MKJI 1997 di persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, dapat diambil simpulan:

- 1) analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhannya pada pendekat utara sebesar 0,49, pendekat Timur 0,26 dan pendekat Barat 1,06. Panjang antrian kendaraan 325 meter dan jumlah kendaraan terhenti sebanyak 2076 smp/jam dengan kapasitas simpang sebesar 796 smp/jam pada pendekat Barat yang memiliki angka derajat kejenuhan $\geq 0,75$. Kendaraan yang akan melintas dari Barat menuju Timur harus menunggu sekitar 3 kali waktu siklus apabila kendaraan tersebut berada pada antrian kendaraan paling terakhir. Hal ini disebabkan karena angka jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada pendekat Barat lebih banyak daripada kapasitasnya;
- 2) kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak pada kondisi eksisting angka derajat kejenuhan (DS) pada pendekat Utara dan Barat melebihi 0,75. Untuk mendapatkan tingkat pelayanan yang lebih baik maka dapat dilakukan perbaikan-perbaikan seperti menambah waktu siklus dan memindahkan posisi ruang tunggu sepeda di depan *zebra cross*. Perbaikan yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan waktu siklus 90 detik karena perbaikan ini dapat menghasilkan angka derajat kejenuhan pada pendekat utara sebesar 0,58, pendekat Timur 0,34 dan pendekat Barat 0,74. Panjang antrian kendaraan 121 meter dan jumlah kendaraan terhenti sebanyak 681 smp/jam dengan kapasitas simpang sebesar 1143 smp/jam pada pendekat Barat yang sebelumnya memiliki angka derajat kejenuhan $\geq 0,75$. Kendaraan yang akan melintas dari Barat menuju Timur hanya membutuhkan 1 kali waktu siklus apabila kendaraan tersebut berada pada antrian kendaraan paling terakhir. Hal ini disebabkan karena angka jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada pendekat Barat lebih sedikit daripada kapasitasnya.

6.2 SARAN

Setelah dilakukan analisis perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak serta berdasarkan pengamatan terhadap kondisi eksisting di lapangan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut:

- 1) menggunakan beberapa referensi atau pedoman yang berbeda dalam menganalisis kinerja simpang bersinyal maupun dalam mencari alternatif pemecahan masalah, agar diperoleh variasi perbandingan yang nantinya dapat dipilih salah satu yang terbaik dari berbagai pedoman yang digunakan;
- 2) perhitungan kapasitas simpang sebaiknya dilakukan dengan pengamatan langsung, agar dapat membandingkan hasil analisis kinerja antara kapasitas berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dengan kapasitas berdasarkan perhitungan yang berpedoman pada MKJI 1997;
- 3) selain itu, pengamatan juga dilakukan pada berbagai kondisi cuaca, tidak hanya pada saat cuaca cerah, agar peneliti dapat membandingkan hasil analisis dari berbagai kondisi cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2009). *UU Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat – Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (<http://hubdat.web.id/uu/288-uu-nomor-22-tahun-2009-tentang-lalu-lintas-dan-angkutan-jalan>. Diakses 2 Oktober 2011).
- Darmawan, Heri. (2011). *Analisis Kinerja Simpang Tiga Lengan Maguwo. Tugas Akhir*. (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia – Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1997). *KM 48 Tahun 1997 Tentang Kendaraan Tidak Bermotor dan Penggunaannya di Jalan*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat-Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (<http://hubdat.web.id/km/tahun-1997/154-km-48-tahun-1997-ttg-kendaraan-tidak-bermotor-dan-penggunaannya-di-jalan>. Diakses 2 Oktober 2011).
- Djunaedi, Achmad. (2000). *Ragam Penelitian*. (<http://www.scribd.com/doc/68566270/a02-Metlit-Ragam-Lit>. Diakses 28 Oktober 2011).
- Hobbs, F.D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Federal Highway Administration (FHWA). (1980). *Safety Design and Operational Practices for Street and Highways*. Technology Sharing Report 80-228. U.S. Department of Transportation, Washington, DC.
- Khisty, C.J. dan Lall K.B. (2003). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid II, Edisi Ketiga*. Erlangga. Jakarta
- Malkhamah, Siti. (1996). *Survey, Lampu Lalulintas, dan Pengantar Manajemen Lalulintas, Edisi Ketiga*. Biro Penerbit. KMTS FT UGM.
- Munawar, Ahmad. (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.

- Novitasari, Sely. (2011). *Peningkatan Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Seturan-Jalan Lingkar Utara. Tugas Akhir.* (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Suhartono, T dan Kurniati, N. (2004). *Pengaruh Hambatan Samping (Aktifitas Pasar) Terhadap Kapasitas Jalan dan Kecepatan Tempuh Studi Kasus Pasar Demangan-Ruas Jalan Gejayan Jogjakarta. Tugas Akhir.* (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Transportation Research Board (TRB). (2000). *Highway Capacity Manual.* National Research Council. Washington, DC.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Keadaan lalu lintas yang macet bukanlah hal yang baru dialami di kota-kota besar khususnya di Indonesia. Hal ini dikarenakan bertambahnya keinginan masyarakat untuk menggunakan kendaraan-kendaraan bermotor pribadi dalam memenuhi aktivitas kehidupannya tanpa melihat dampak yang ditimbulkan. Pada umumnya simpang jalan, khususnya di jalan utama harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar, karena banyak kendaraan pada simpang yang masuk dan meninggalkan simpang tersebut. Bila simpang jalan tidak beroperasi secara maksimal akan menyebabkan sistem transportasi menjadi kurang efektif dan efisien. Berkaitan dengan hal tersebut simpang harus diatur dengan cermat agar tidak menimbulkan akses yang buruk seperti kemacetan lalu lintas. Jika dalam suatu simpang bersinyal tidak dapat mengurangi kemacetan, maka perlu direncanakan pelayanan yang lebih baik lagi untuk mengurangi kemacetan pada simpang tersebut.

Kota Yogyakarta menawarkan suatu harapan baru bagi model transportasi hijau di Indonesia. Program *segosegawe* yang bermakna *sepeda kanggo sekolah lan nyambut gawe* atau bersepeda untuk sekolah dan bekerja adalah suatu gebrakan lokal untuk mengurangi angka polusi kendaraan dan kemacetan lalu lintas. Yogyakarta telah membangun beberapa fasilitas bagi pengguna sepeda seperti lajur sepeda, jalur alternatif dan ruang tunggu sepeda untuk mendukung program tersebut.

Salah satu simpang yang menyediakan fasilitas ruang tunggu sepeda adalah simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Simpang tersebut merupakan simpang yang cukup padat di Kota Yogyakarta. Banyak kegiatan masyarakat yang memanfaatkan atau melintasi simpang ini karena letak simpang ini berdekatan dengan pusat pendidikan seperti SMP N 8 Yogyakarta, SMA N 6 Yogyakarta dan Stella Deuce. Selain terdapat beberapa pusat pendidikan, banyak

juga terdapat bangunan perkantoran, pertokoan dan rumah makan seperti McDonald dan KFC yang merupakan salah satu tempat makan yang sering dikunjungi masyarakat Kota Yogyakarta. Tingginya volume lalu lintas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor yang melewati simpang ini menyebabkan terjadinya kemacetan dengan antrian kendaraan yang panjang terlihat di setiap lengannya baik pada pagi hari, siang hari maupun sore hari. Selain itu, fasilitas-fasilitas yang seharusnya menjadi hak pengguna sepeda tidak sesuai dengan fungsinya dimana masih terlihat pengguna kendaraan bermotor memanfaatkan ruang tunggu sepeda dan lajur sepeda.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu adanya penelitian untuk mengetahui kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Apabila kinerja yang dihasilkan kurang baik, maka dicari suatu alternatif pemecahan masalah untuk mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal tersebut.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997?
2. Apabila kinerja simpang tersebut kurang baik berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, maka perbaikan-perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk:

- 1) menganalisis kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997,
- 2) menentukan alternatif yang tepat untuk memperbaiki kinerja pada simpang bersinyal tersebut berdasarkan MKJI 1997.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang jalan sebagai berikut:

- 1) memberikan masukan pada Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta dalam upaya membenahi lalu lintas khususnya pada lokasi yang diteliti;
- 2) menambah fakta empiris Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

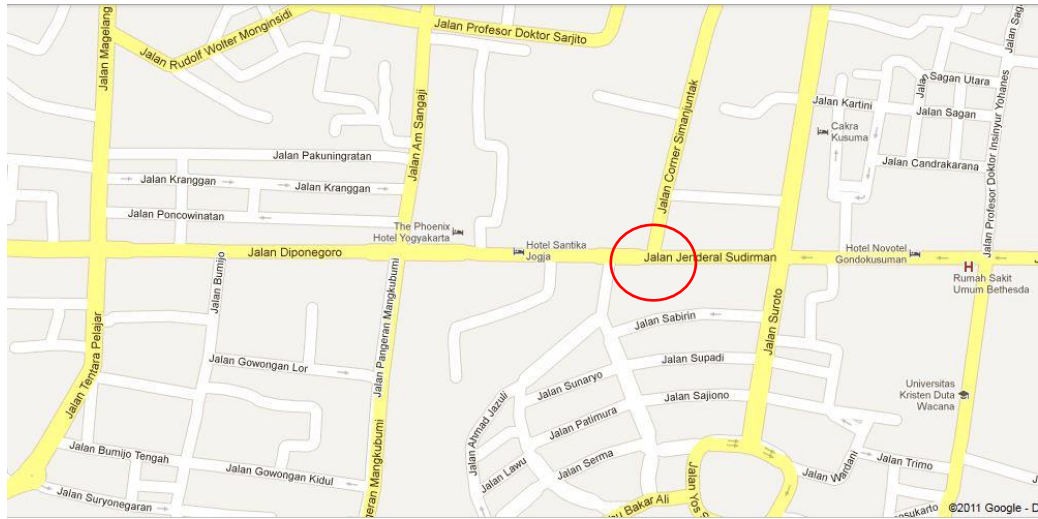
1.5 BATASAN PENELITIAN

Guna memperjelas berbagai permasalahan dan memudahkan dalam menganalisisnya maka dibuat batasan-batasan dalam penelitian ini meliputi hal-hal berikut:

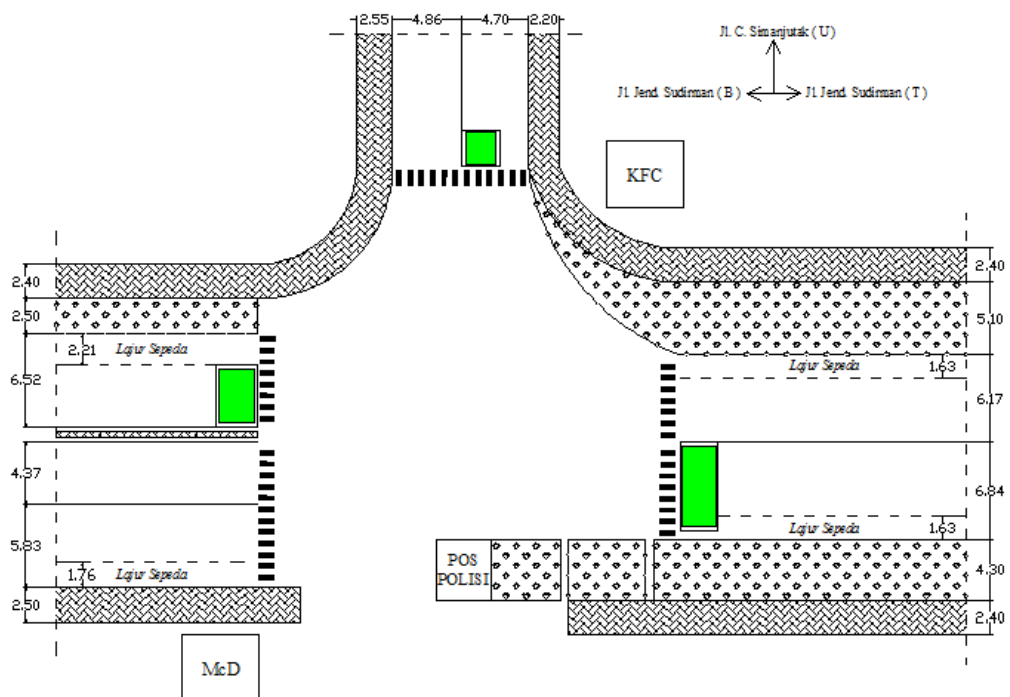
- 1) lokasi penelitian pada simpang tiga bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak (Gambar 1.1 Lokasi Penelitian);
- 2) penelitian dilakukan pada perkiraan jam puncak:
 - a. Pagi, jam 06.30 – 09.30 WIB
 - b. Sore, jam 16.00 – 19.00 WIB
- 3) jenis kendaraan berat, kendaraan sedang, kendaraan ringan dan sepeda motor, sedangkan kendaraan tak bermotor seperti sepeda, becak dan gerobak termasuk hambatan samping;
- 4) karakteristik pesepeda di tiap-tiap lengan simpang;
- 5) cuaca pada saat penelitian dilakukan saat terang;
- 6) metode yang digunakan dalam penelitian kinerja simpang ini menggunakan metode MKJI 1997.

1.6 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian dan geometri lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan 1.2 berikut ini.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1.2 Geometri Lokasi Penelitian

Kemudian kondisi lalu lintas pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simajuntak di masing-masing lengan dapat dilihat pada Gambar 1.3, 1.4 dan 1.5 berikut ini.



Gambar 1.3 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Timur



Gambar 1.4 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Barat



Gambar 1.5 Kondisi Lalu Lintas pada Lengan Utara

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 UMUM

Studi pustaka memuat uraian tentang informasi yang relevan dengan masalah yang dibahas. Informasi ini dapat diperoleh dari buku-buku, laporan penelitian, karangan ilmiah, skripsi, thesis, disertasi, ensiklopedi, peraturan-peraturan, ketetapan atau sumber-sumber lain.

2.2 SIMPANG JALAN

Menurut Hobbs (1995), simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat, di mana arus kendaraan dari berbagai pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu:

- 1) pertemuan sebidang (*at grade intersection*), yaitu jalan berpotongan pada satu bidang datar;
- 2) pertemuan tidak sebidang (*interchange*), yaitu apabila pertemuan jalan tidak berada pada bidang yang sama, tetapi salah satu ruas berada diatas atau dibawah ruas jalan yang lain;
- 3) persilangan jalan (*grade sparation without ramps*).

Simpang merupakan hal utama dalam hambatan perjalanan. Oleh karena itu perbaikan simpang akan mengurangi hambatan dan akan meningkatkan kapasitas serta diharapkan akan mampu mengurangi terjadinya kecelakaan. Pertemuan sebidang dapat menampung arus lalu lintas baik yang menerus maupun membelok sampai batas tertentu. Jika kemampuan menampung arus lalu lintas tersebut telah dilalui akan tampak dengan munculnya tanda-tanda kemacetan arus lalu lintas.

2.3 KAPASITAS (C)

Kapasitas persimpangan adalah daya tampung arus kendaraan yang dapat melewati persimpangan secara maksimal menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan isyarat lampu lalu lintas dalam satu satuan waktu tertentu (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Menurut Munawar (2004), dalam daftar notasi-notasi umum di bukunya menjelaskan bahwa kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Berdasarkan *High Capacity Manual* (HCM) 1994, pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), yaitu:

- 1) kapasitas dasar (smp/jam);
- 2) faktor penyesuaian lebar jalan;
- 3) faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi);
- 4) faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan atau kreb;
- 5) faktor penyesuaian ukuran kota.

2.4 KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS

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 (Munawar, 2004).

2.4.1 Fungsi Lampu Lalu Lintas

Berdasarkan ketentuan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari 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 atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama;
- 3) untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Tujuan diterapkannya pengaturan dengan lampu lalu lintas menurut Malkhamah (1996), adalah:

- 1) menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatkan daya dukung pertemuan jalan dalam melayani arus lalu lintas;
- 2) hirarki rute bisa dilaksanakan : rute utama diusahakan untuk mengalami kelambatan (*delay*) minimal;
- 3) pengaturan prioritas (misalnya untuk angkutan umum) dapat dilaksanakan;
- 4) menciptakan *gap* pada arus lalu lintas yang padat untuk member hak berjalan arus lalu lintas lain (seperti sepeda, pejalan kaki) memasuki persimpangan dan menciptakan iring-iringan (*platoon*) pada arus lalu lintas yang padat;
- 5) mengurangi terjadinya kecelakaan dan kelambatan lalu lintas;
- 6) memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual;
- 7) mengurangi tenaga polisi dan menghindarkan polisi dari polusi udara, kebisingan, dan resiko kecelakaan;
- 8) memberikan rasa percaya kepada pengemudi bahwa hak berjalannya terjamin dan menumbuhkan sikap disiplin.

2.4.2 Pengoperasian Lampu Lalu Lintas

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), pengaturan atau pengoperasian lampu lalu lintas adalah sebagai berikut:

- 1) pengaturan waktu tetap, umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintas terkoordinasi;
- 2) pengaturan sinyal semi aktuasi, umumnya dipilih jika simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan jalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri utama. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor;
- 3) pengaturan sinyal aktuasi penuh, pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir diantara jalan-jalan dengan kepentingan lalu lintas yang sama atau hampir sama.

Menurut Munawar (2004), lampu lalu lintas dapat diatur dengan dua cara, sebagai berikut:

- 1) pengaturan secara tetap, lama waktu hijau atau merah suatu lampu lalu lintas selalu tetap;
- 2) pengaturan menurut waktu atau beban, lama waktu hijau atau merah suatu lampu lalu lintas berubah-ubah menurut arus lalu lintas.

Dasar-dasar pengaturan lampu lalu lintas yang harus dimengerti menurut Malkhamah (1996), sebagai berikut:

- 1) nyala lampu hijau bukan berarti “boleh berjalan” melainkan “boleh berjalan apabila aman”;
- 2) berbagai macam pergerakan dapat diberi lampu pengatur yang sama atau diberi lampu pengatur yang berbeda atau terpisah (terutama untuk pergerakan yang kompleks atau volume lalu lintas tinggi);
- 3) pada saat pergerakan jalan lurus mendapatkan nyala lampu hijau, tidak boleh ada pergerakan yang memotongnya, dan apabila pada saat yang sama ada pergerakan membelok, maka pergerakan jalan lurus harus mendapat prioritas;

- 4) sesuai dengan kebiasaan yang berlaku, pada saat menerima nyala lampu hijau pergerakan membelok harus tetap berhati-hati untuk member prioritas pada pergerakan lurus dan memperhatikan pejalan kaki. Hal ini tidak terjadi pada kondisi khusus yang memberi hak penuh kepada pergerakan membelok untuk berjalan (dengan lampu panah). Pada prinsipnya, apabila jumlah lajur lalu lintas yang berpapasan (*opposing lanes*) lebih dari 2 buah, maka pergerakan membelok diberi hak berjalan secara terpisah (sebagai *protected movement*) untuk menjamin keselamatan lalu lintas;
- 5) penerapan suatu *protected movement* akan meningkatkan waktu hilang (*lost time*) dan pada umumnya akan mengurangi kapasitas pertemuan jalan. Apabila pengurangan kapasitas tersebut menimbulkan masalah lalu lintas, maka pergerakan membelok tersebut dilarang dan diberikan alternatif rute yang lain.

2.5 SINYAL

Sinyal diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu, di mana penggunaan sinyal di Indonesia adalah 3 warna (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Tanda isyarat yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lampu sebagai rambu-rambu lalu lintas. Penggunaan 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.

Menurut Malkhamah (1996), urutan nyala lampu yang berlaku di berbagai negara tidak persis sama. Amerika Serikat dan Indonesia menganut urutan nyala lampu yang sama, ialah merah-hijau-kuning(amber)-merah. Negara Inggris mempunyai urutan nyala lampu yang agak berbeda. Antara merah dan hijau dinyalakan lampu merah dan kuning (amber) bersama-sama, sehingga urutan nyala lampu untuk 1 siklus ialah merah-merah atau kuning (amber)-hijau-kuning-merah.

2.6 UNSUR LALU LINTAS

Unsur lalu lintas adalah semua benda atau makhluk berupa hewan, manusia, dan kendaraan baik yang bermotor maupun yang tidak bermotor sebagai bagian dari lalu lintas (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), jenis kendaraan yang menjadi unsur-unsur lalu lintas dibedakan menjadi unsur-unsur berikut:

- 1) kendaraan ringan (*light vehicle*), yaitu kendaraan bermotor dengan menggunakan 2 (dua) as dan beroda 4 (empat). Jarak antar as yaitu 2 – 3 meter. Yang termasuk jenis kendaraan ringan adalah mobil penumpang, oplet, mikrobis, *pick-up*, dan truk kecil;
- 2) kendaraan berat (*heavy vehicle*), yaitu kendaraan bermotor yang memiliki lebih dari 4 (empat) roda. Contoh dari kendaraan berat yaitu bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi;
- 3) sepeda motor (*motorcycle*), yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, yang meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 (tiga) yang sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga;
- 4) kendaraan tak bermotor (*unmotorized*), yaitu kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh manusia atau hewan. Dalam perhitungan Direktorat Jenderal Bina Marga 1997, kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.

2.7 SEPEDA

Walaupun lalu lintas sepeda hanya berupa persentase kecil dari total arus lalu lintas, lalu lintas sepeda ini cukup untuk memberikan pengaruh pada perencanaan dan pendesainan jalan. Kajian kecelakaan baru-baru ini telah memperlihatkan bahwa para pengayuh sepeda telah semakin terlibat dalam tabrakan mobil atau sepeda (Khisty dan Lall, 2003). Oleh sebab itu, para pemerintah setempat telah memulai program untuk menyediakan fasilitas-fasilitas bagi pengguna sepeda pada jalan biasa atau jalan raya.

Hal itu sesuai dengan UU No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 62 bagian keenam (Kendaraan tidak bermotor), yang berbunyi:

- 1) pemerintah harus memberikan kemudahan berlalu lintas bagi pesepeda;
- 2) pesepeda berhak atas fasilitas pendukung keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Sepeda didefinisikan sebagai suatu kendaraan yang memiliki dua roda tandem yang didorong hanya oleh tenaga manusia dimana orang atau beberapa orang dapat mengendarainya (Khisty dan Lall, 2003).

Menurut Malkhamah (1996), sepeda merupakan moda angkutan yang dapat dikatakan tidak menimbulkan polusi, kebisingan dan getaran. Agar pengendara sepeda mempunyai rasa aman dan nyaman, perlu disediakan fasilitas khusus dengan memprediksi arus sepeda beserta asal dan tujuannya sehingga dapat ditetapkan rute yang aman dan efisien bagi pengendara sepeda. Pengaturan-pengaturan yang dilakukan bertujuan untuk:

- 1) memperlambat lalu lintas pada jalan-jalan yang mempunyai volume sepeda tinggi;
- 2) menghindarkan sedapat mungkin interaksi antara sepeda dengan kendaraan bermotor;
- 3) menyediakan rute yang menerus (tidak terputus);
- 4) menyediakan fasilitas penyebrangan yang aman.

Fasilitas bagi pengendara sepeda meliputi:

- 1) lajur khusus bagi sepeda;
- 2) rute bagi sepeda secara khusus, atau bersama dengan pejalan kaki (dengan lajur yang terpisah);
- 3) fasilitas penyeberangan dengan lampu lalu lintas, atau prioritas (dilengkapi dengan marka dan rambu);
- 4) parkir khusus sepeda.

Dari *Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2000)* mengklasifikasikan fasilitas sepeda dalam dua bentuk dasar. Apabila sebagian jalan dijaluri, dirambui, dan dimarkai untuk pengguna khusus atau diutamakan

untuk pengayuh sepeda, bagian ini disebut *lajur sepeda*. Di lain pihak, apabila jalan-sepeda secara fisik terpisah dari lalu lintas kendaraan bermotor, baik itu dalam hak prioritas jalan raya atau didalam akses jalan terpisah, jalan-sepeda ini disebut *lintasan sepeda*.

Di samping itu, di dalam *Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2000)* mendefinisikan fasilitas sepeda tak terputus dan terputus. Fasilitas tak terputus mencakup lintasan sepeda khusus atau lintasan sepeda bersama yang secara fisik terpisah dari badan jalan kendaraan dan tidak terputus didalam lintasannya, kecuali pada titik ujung. Fasilitas sepeda terputus meliputi lajur sepeda di jalan yang melalui persimpangan berlampu lalu lintas atau tanpa lampu lalu lintas, dengan atau tanpa lajur belok kanan khusus untuk lalu lintas kendaraan bermotor.

2.8 HASIL-HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa tugas akhir yang pernah dilakukan dan masih berkaitan dengan tema penelitian ini, yaitu sebagai berikut ini.

Darmawan (2011) melakukan analisis kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting berdasarkan MKJI 1997 di simpang tiga bersinyal Maguwo Yogyakarta. Analisis operasional simpang ini memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,48 dan tundaan simpang rata-rata 884,70 detik/smp. Alternatif yang direncanakan yaitu pelebaran jalan sebagai Alternatif 1, perubahan waktu siklus sebagai Alternatif 2, mengkombinasikan Alternatif 1 dan Alternatif 2 dan merencanakan Bundaran sebagai Alternatif 4. Perubahan terbaik yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan bundaran. Dengan alternatif bundaran ini memberikan perbaikan yang lebih baik daripada alternatif perbaikan yang lain. Hal ini dapat dilihat dari penurunan derajat kejenuhan dan tundaan pada simpang yang lebih besar daripada dengan menggunakan alternatif yang lainnya.

Novitasari (2011) mengatakan bahwa setelah dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap kapasitas dan kinerja simpang dengan standarisasi MKJI 1997 pada simpang bersinyal jalan Seturan-jalan Lingkar Utara, maka dapat

diambil kesimpulan bahwa berdasarkan analisis operasional simpang ini pada kondisi eksisting memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,28 dan tundaan simpang rata-rata 721,32 detik/smp. Alternatif yang dilakukan untuk memecahkan permasalahan ini adalah dengan menggunakan bundaran. Berdasarkan analisis operasional bundaran ini memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,59 dan tundaan bundaran rata-rata 7,28 detik/smp. Dengan alternatif bundaran ini memberikan perbaikan yang lebih baik daripada alternatif perbaikan yang lain.

Suhartono dan Kurniati (2004) melakukan analisis pengaruh hambatan samping (aktifitas pasar) terhadap kapasitas (C) dan kecepatan tempuh kendaraan ringan (V_{LV}) di ruas jalan Gejayan, menyimpulkan bahwa:

- 1) menurut analisis regresi polinomial terdapat hubungan antara hambatan samping dengan kapasitas untuk ruas Timur sebesar 0,75 dan ruas Barat sebesar 0,85 sedangkan hubungan hambatan samping dengan kecepatan tempuh kendaraan ringan untuk ruas Timur sebesar 0,661 dan ruas Barat sebesar 0,861;
- 2) jenis hambatan samping yang paling berpengaruh disebabkan oleh kendaraan keluar masuk jalan;
- 3) pada ruas jalan Gejayan harus ada perubahan manajemen lalu lintas dari segi non fisik berupa pemberian rambu larangan berbalik arah ditambah pemasangan pembatas, sedang dari segi fisik dilakukan pelebaran jalur.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 METODE ANALISIS

Perhitungan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana jalan, lalu lintas, dan lingkungan. Penelitian studi lalu lintas ini berdasarkan ketentuan pada MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) karena merupakan cara yang paling tepat digunakan pada kondisi dan situasi jalan di Indonesia.

3.2 ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS

Perhitungan dilakukan per satu jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus dan belok kanan) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Nilai ekivalensi kendaraan penumpang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Nilai Ekivalensi Kendaraan Penumpang

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.3 ARUS JENUH LALU LINTAS

Metode yang digunakan dalam menentukan arus jenuh lalu lintas berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) adalah sebagai berikut:

3.3.1 Menentukan arus jenuh dasar (S_0)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal. Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) digunakan persamaan 3.1 berikut ini.

$$S_0 = 600 \cdot W_e \quad (3.1)$$

Keterangan:

S_0 = arus jenuh dasar (smp/jam)

W_e = lebar efektif (m)

3.3.2 Menghitung nilai arus jenuh (S)

Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah maka nilai arus kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

$$S = S_0 \cdot F_{CS} \cdot F_{SF} \cdot F_G \cdot F_p \cdot F_{RT} \cdot F_{LT} \quad (3.2)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Dalam menentukan faktor penyesuaian ukuran kota digunakan Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

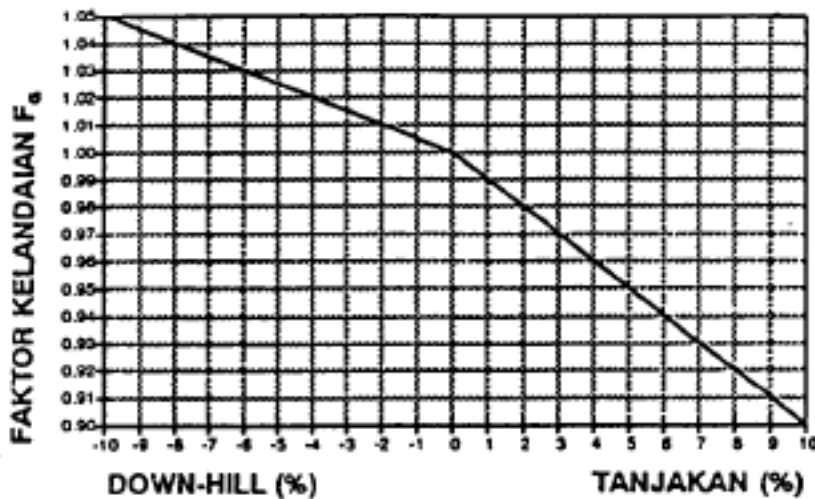
Untuk menentukan besarnya faktor penyesuaian digunakan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor seperti terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor Koreksi Gangguan Samping (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	tinggi	terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	tinggi	terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	sedang	terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	sedang	terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	rendah	terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	rendah	terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	tinggi	terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	tinggi	terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	sedang	terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	sedang	terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	rendah	terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	rendah	terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	tinggi/sedang/rendah	terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	tinggi/sedang/rendah	terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi gradien (F_G), adalah fungsi dari kelandaian lengan simpang ditentukan dari gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Faktor Koreksi Gradien F_G

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi parkir (F_p), adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar *approach* ditentukan dari formula dibawah ini atau diperlihatkan dalam Gambar 3.2 berikut ini.

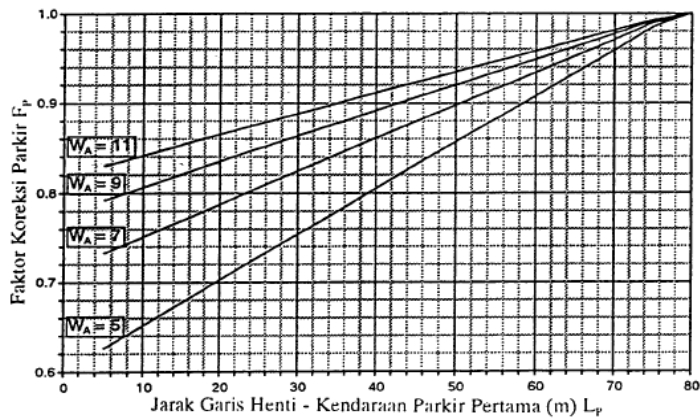
$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) * (L_p/3 - g) / W_A] / g \quad (3.3)$$

Keterangan:

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m)

W_A = lebar *approach* (m)

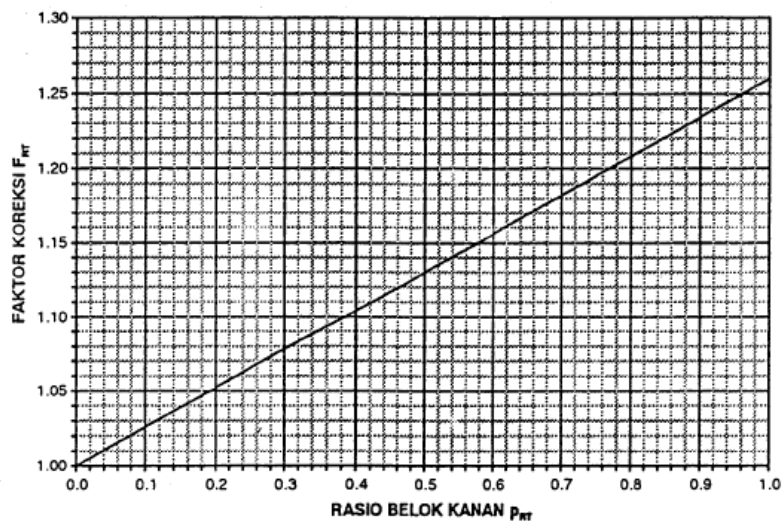
g = waktu hijau *approach* yang bersangkutan (detik)



Gambar 3.2 Faktor Koreksi Parkir F_p

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

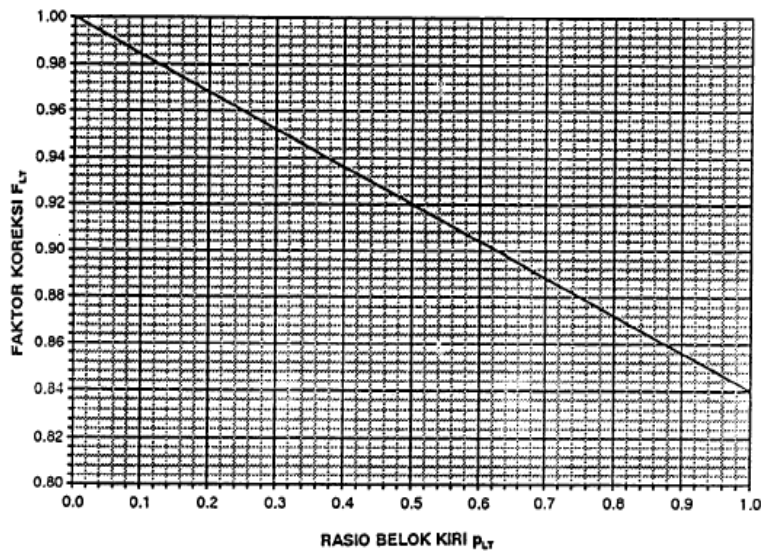
Faktor koreksi belok kanan (F_{RT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan (P_{RT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach P*, jalan dua lajur dan diperlihatkan pada gambar 3.3. Untuk jalan dua lajur tanpa median, kendaraan yang belok kanan terlindungi dengan tipe *approach P*, cenderung untuk melewati garis tengah sebelum garis henti ketika mengakhiri belokannya.



Gambar 3.3 Faktor Koreksi Belok Kanan P_{RT}

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Faktor koreksi belok kiri (F_{LT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri (P_{LT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach* tanpa LTOR (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Faktor Koreksi Belok Kiri P_{LT}

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.4 KAPASITAS PERSIMPANGAN

Kapasitas persimpangan didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*). *Saturation flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekatan persimpangan jalan menurut pada saat waktu hijau per lajur. *Saturation flow* bernotasi S dan dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada waktu lampu hijau. Hitungan kapasitas masing–masing pendekatan dapat dicari dengan rumus 3.4 berikut ini.

$$C = S \cdot g / c \quad (3.4)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

3.5 DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio volume arus lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Untuk menentukan besarnya derajat kejenuhan digunakan persamaan 3.5 berikut ini.

$$DS = Q/C \quad (3.5)$$

Keterangan:

- DS = derajat kejenuhan
- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

3.6 PERBANDINGAN ARUS LALU LINTAS DENGAN ARUS JENUH

$$FR = Q/S \quad (3.6)$$

Keterangan:

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

Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

- IFR = perbandingan arus simpang $\Sigma(FR_{crit})$
- PR = rasio arus
- FR_{crit} = nilai FR tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase sinyal

3.7 WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

Adapun waktu siklus yang layak untuk simpang adalah seperti terlihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Waktu Siklus yang Layak untuk Simpang

Tipe pengaturan	Waktu siklus (det)
2 fase	40 – 80
3 fase	50 – 100
4 fase	60 – 130

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Waktu siklus yang telah disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan rumus:

$$c = \Sigma g + LTI \quad (3.8)$$

Keterangan:

c = waktu hijau (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

Σg = total waktu hijau (detik)

Waktu siklus pra penyesuaian dihitung dengan rumus:

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

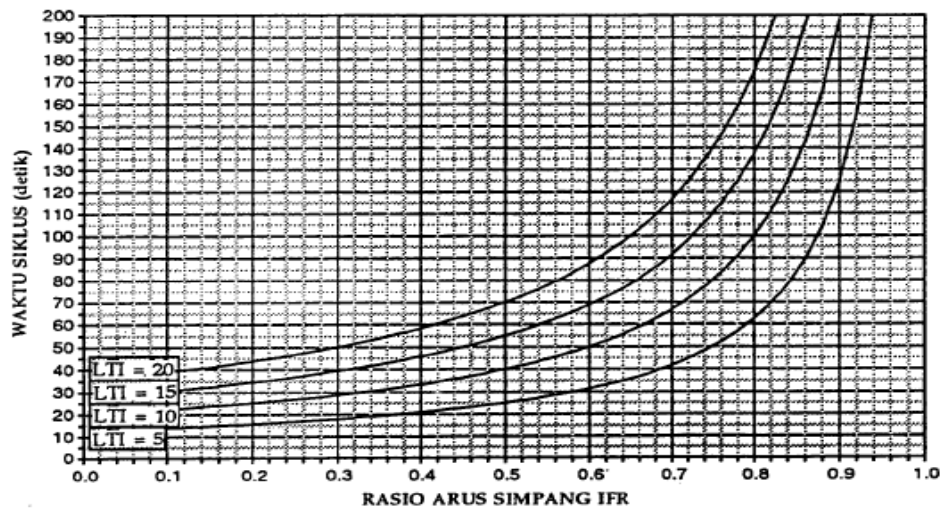
Keterangan:

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

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

IFR = rasio arus simpang

Waktu siklus pra penyesuaian juga dapat diperoleh dari Gambar 3.4



Gambar 3.5 Grafik Penetapan Waktu Siklus Pra Penyesuaian

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Waktu hijau (*green time*) untuk masing-masing fase menggunakan rumus:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \cdot PR_i \quad (3.10)$$

Keterangan:

g_i = waktu hijau dalam fase- i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

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

PR_i = perbandingan fase $FR_{kritis} / \sum(FR_{kritis})$

3.8 PANJANG ANTRIAN

Panjang antrian adalah panjang kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan).

1) Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1)

Untuk $ds > 0,5$ digunakan persamaan 3.10 berikut:

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[(ds - 1) + \sqrt{(ds - 1) + \left((8 \cdot (ds - 0,5)) / C \right)} \right] \quad (3.11)$$

Jika $ds \leq 0,5$ maka : $NQ_1 = 0$

Keterangan:

- NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)
 ds = derajat kejenuhan
 GR = rasio hijau
 C = kapasitas (smp/jam)

- 2) Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah (NQ_2) dipakai persamaan 3.12 berikut:

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR \times ds} \cdot \frac{Q}{3600} \quad (3.12)$$

Keterangan:

- NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)
 c = waktu siklus (detik)
 GR = rasio hijau
 ds = derajat kejenuhan
 Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

- 3) Jumlah kendaraan antrian digunakan persamaan 3.13

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.13)$$

Keterangan:

- NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (smp)
 NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (smp)
 NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (smp)

- 4) Panjang antrian digunakan persamaan 3.14

$$QL = NQ_{maks} \cdot (20 / W_{masuk}) \quad (3.14)$$

Keterangan:

QL = panjang antrian (m)

NQ_{max} = jumlah antrian

W_{masuk} = lebar masuk

- 5) Angka henti (NS) masing-masing pendekatan dapat dicari dengan persamaan 3.15

$$NS = \left(\frac{0,9 * NQ}{(Q * c)} \right) * 3600 \quad (3.15)$$

Keterangan:

NS = angka henti (stop/smp)

NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

- 6) Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekatan menggunakan formula 3.16:

$$N_{SV} = Q * NS \quad (3.16)$$

Keterangan:

N_{SV} = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NS = angka henti (stop/smp)

- 7) Besarnya angka henti seluruh persimpangan dapat ditentukan dengan persamaan 3.17

$$NS_{TOT} = \sum N_{SV} / Q_{TOT} \quad (3.17)$$

Keterangan:

NS_{TOT} = angka henti seluruh persimpangan (stop/smp)

$\sum N_{SV}$ = jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekatan (smp/jam)

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

3.9 TUNDAAN

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpangan. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG).

Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan geometri (DG) disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di persimpangan yang dipengaruhi oleh geometri jalan.

1) Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekatan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.18:

$$DT = (c * A) + \frac{(NQ_1 * 3600)}{c} \quad (3.18)$$

Keterangan:

DT = tundaan waktu lalu lintas rata-rata (detik/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

$$A = \frac{0,5 * (1 - GR)^2}{(1 - GR * DS)}$$

A = konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

2) Tundaan Geometri

Tundaan geometri rata-rata (DG) masing-masing pendekatan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.19:

$$DG = \frac{(1 - P_{SV}) * (P_T * 6)}{(P_{SV} * 4)} \quad (3.19)$$

Keterangan:

P_{SV} = rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS)

P_T = rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata tiap pendekat (D) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri masing-masing pendekat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.20:

$$D = DT + DG \quad (3.20)$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = rata-rata tundaan geometri tiap pendekat (detik/smp)

Tundaan total pada simpang dihitung dengan menggunakan persamaan 3.21:

$$D_{tot} = D * Q \quad (3.21)$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Untuk tundaan simpang rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan 3.22:

$$D = \frac{\sum(Q * D)}{\sum Q} \quad (3.22)$$

Keterangan :

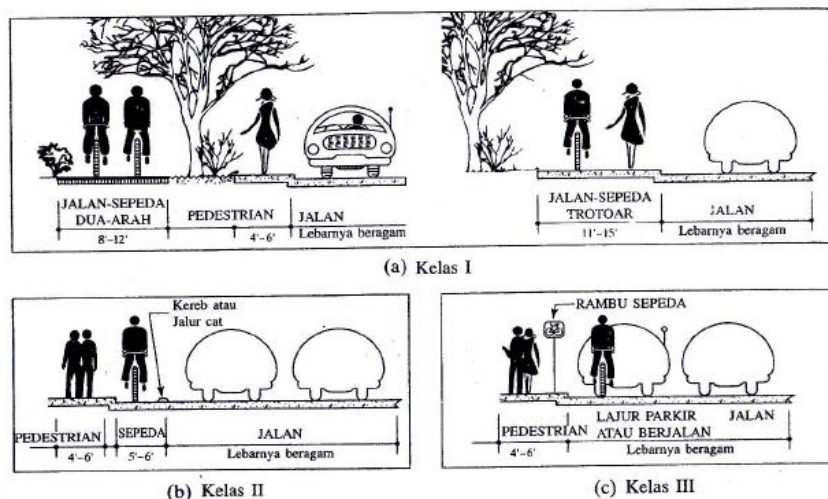
D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

3.10 FASILITAS SEPEDA

Jalan sepeda yang merupakan fasilitas sepeda, menurut Khisty dan Lall (2003) umumnya dikelaskan sebagai berikut:

- 1) jalan Sepeda Kelas I: sama sekali terpisah dari lalu lintas kendaraan dan didalam hak prioritas jalan atau prioritas jalan pada fasilitas lain. Jalan sepeda yang terpisah dari kendaraan tetapi sama-sama digunakan oleh sepeda dan *pedestrian* dicakupkan dalam kelas ini, seperti pada gambar 3.5 (a);
- 2) jalan Sepeda Kelas II: bagian dari badan jalan atau bahu jalan yang dimarkai dengan marka keras atau rintangan. Gerak parkir, menyeberang, berbelok diperbolehkan di dalam jalan sepeda ini. Kelas jalan sepeda ini ditunjukkan pada gambar 3.5 (b);
- 3) jalan Sepeda Kelas III: sama-sama menggunakan akses jalan dengan kendaraan bermotor; yang ditandai oleh rambu saja (Gambar 3.5 (c)). Tidak ada perlindungan sama sekali dari kendaraan bermotor, walaupun dengan adanya rambu akan membantu membuat pengendara kendaraan bermotor sadar akan adanya pengaruh sepeda.



Gambar 3.6 Klasifikasi Jalan Sepeda (FHWA,1980)

Ukuran utama kendaraan tidak bermotor jenis sepeda tidak termasuk muatannya berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997 tentang Kendaraan Tidak Bermotor dan Penggunaanya di Jalan adalah:

- 1) lebar maksimum 550 mm;
- 2) tinggi maksimum 1.100 mm;
- 3) panjang maksimum 2.100 mm.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian empiris. Empiris terkait dengan observasi atau kejadian yang dialami sendiri oleh peneliti. Penelitian empiris dapat dibedakan dalam tiga macam bentuk, yaitu: studi kasus, studi lapangan, dan studi laboratorium. Ketiga macam penelitian ini dapat dibedakan dari dua sudut pandang, yaitu: (a) keberadaan rancangan eksperimen, dan (b) keberadaan kendali eksperimen. Untuk studi lapangan dapat dipakai teknik studi waktu dan gerak (*time and motion study*), misal dibantu dengan peralatan kamera video, TV sirkuit tertutup, atau alat “penangkap” kejadian (sensor) dan perekam yang lain. Untuk studi laboratorium dapat dilakukan antara lain dengan simulasi (misal dengan komputer) (Djunaedi, 2000).

4.2 CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel diperlukan dalam sebuah penelitian untuk mengetahui kondisi lalu lintas. Walaupun sampel tersebut belum sepenuhnya dapat memberikan gambaran kondisi lalu lintas, namun dapat mewakili sebagian kondisi lalu lintas yang ada. Cara pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan secara *nonprobability sampling* (tidak acak). Hal ini dilakukan karena keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga. Sehingga untuk mendapatkan perkiraan yang baik, harus mempunyai sampel yang dapat mewakili populasi (*representative*). Penelitian ini termasuk dalam kelompok *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel berdasarkan tujuan. Pada penelitian ini, siapa yang akan diambil sebagai anggota sampel diserahkan pada pertimbangan peneliti selaku pengumpul data sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian. Pedoman yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan sampel yaitu pengambilan sampel disesuaikan dengan tujuan penelitian, jumlah atau ukuran sampel tidak dipersoalkan, dan sampel yang digunakan disesuaikan dengan criteria tertentu yang sudah ditetapkan berdasarkan tujuan penelitian. Peneliti melakukan pengambilan sampel pada pagi dan sore

hari. Hal ini dikarenakan pada waktu-waktu tersebut diperkirakan banyak aktifitas yang berlangsung pada simpang yang akan ditinjau.

4.3 CARA PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang disusun secara sistematis. Sebelum pengumpulan atau pengambilan data dilakukan, peneliti memastikan semua data yang dibutuhkan telah tersusun rapi sebelumnya. Data yang diperoleh dapat diambil dari beberapa sumber. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari sumber data, yaitu dengan cara observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian. Langkah yang dilakukannya itu dengan pengamatan kondisi lalu lintas dan pengamatan pada jam-jam sibuk, perekaman kondisi lalu lintas saat jam sibuk pada simpang bersinyal, dan pengklasifikasian data dengan melakukan pemutaran hasil rekaman yang dilakukan di lapangan;
- 2) data sekunder, yaitu data yang tidak diperoleh langsung dari sumber data. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait yang berhubungan dengan pengamatan yang dilakukan. Data sekunder ini berfungsi sebagai pendukung dari data primer.

4.3.1 Pelaksanaan Survei

Survei perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan sebuah penelitian. Pelaksanaan survei bertujuan untuk memastikan kondisi pengamatan dan penentuan waktu yang tepat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan survei adalah lokasi yang tepat dan penentuan waktu yang tepat, baik jam dan harinya.

4.3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang perlu dipersiapkan untuk survei pengumpulan data lapangan meliputi:

- 1) alat tulis;
- 2) formulir survei, digunakan untuk pencatatan arus lalu lintas;

- 3) *camera*, digunakan untuk merekam arus lalu lintas;
- 4) jam tangan, digunakan untuk menghitung kapan dimulai dan mengakhiri penelitian;
- 5) *hand Counter*, digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan;
- 6) *roll meter*, digunakan untuk mengukur data geometri jalan;
- 7) sepeda, digunakan sebagai alat peraga saat melakukan percobaan di lapangan;
- 8) *stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu tempuh sepeda saat melakukan simulasi;
- 9) tali, digunakan untuk menentukan jarak tempuh sepeda saat simulasi;
- 10) peralatan penunjang lainnya yang diperlukan dalam penelitian.

4.3.3 Persiapan Survei Lapangan

Beberapa hal yang perlu dipersiapkan saat melakukan survey lapangan meliputi:

- 1) Posisi titik pengamatan;
- 2) Formulir penelitian untuk simpang bersinyal;
- 3) Pemberitahuan mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan.

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

- 1). Lapangan
 - a. Survei Arus Lalu Lintas

Survei arus lalu lintas pada simpang bersinyal dilakukan menggunakan *camera* dengan durasi rekaman masing-masing tiga jam, pagi dan sore hari. Pada pagi hari dilakukan pada pukul 06:30 – 09:30 WIB, untuk sore hari dilakukan pada pukul 16:00 – 19:00 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, 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 (*pedestrian*), kendaraan paker atau berhenti (*parking and stopping vehicle*), kendaraan tak bermotor, kendaraan yang keluar atau masuk dari atau kesisi jalan (*entry and exit vehicle*), dan kendaraan yang bergerak lambat (*slow moving vehicle*).

d. Pengamatan Sinyal Lalu Lintas

Tahap ini dilakukan dengan mencatat lamanya waktu menyala tiap-tiap sinyal (hijau, kuning, merah) pada masing-masing pendekat, serta menentukan fase sinyal.

e. Kecepatan Tempuh Rata-rata Sepeda

Pada bagian ini, penyusun melakukan percobaan menggunakan sepeda melintas dari satu lengan ke lengan yang lain memperkirakan waktu yang dibutuhkan serta jarak yang ditempuh pesepeda dalam melintasi simpang tersebut.

f. Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

Penyusun mengukur ruang tunggu sepeda menggunakan *roll meter*, kemudian dibandingkan dengan dimensi pesepeda berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997 tentang Kendaraan Tidak Bemotor dan Penggunaanya di Jalan.

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, jenis kendaraan yang melintas di simpang tersebut, dan beberapa data lainnya yang dapat digunakan sebagai pendukung penelitian.

4.3.4 Waktu Pelaksanaan Pengamatan

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 komuter dari luar daerah sekitar Yogyakarta. Berikut ini adalah waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan pengamatan:

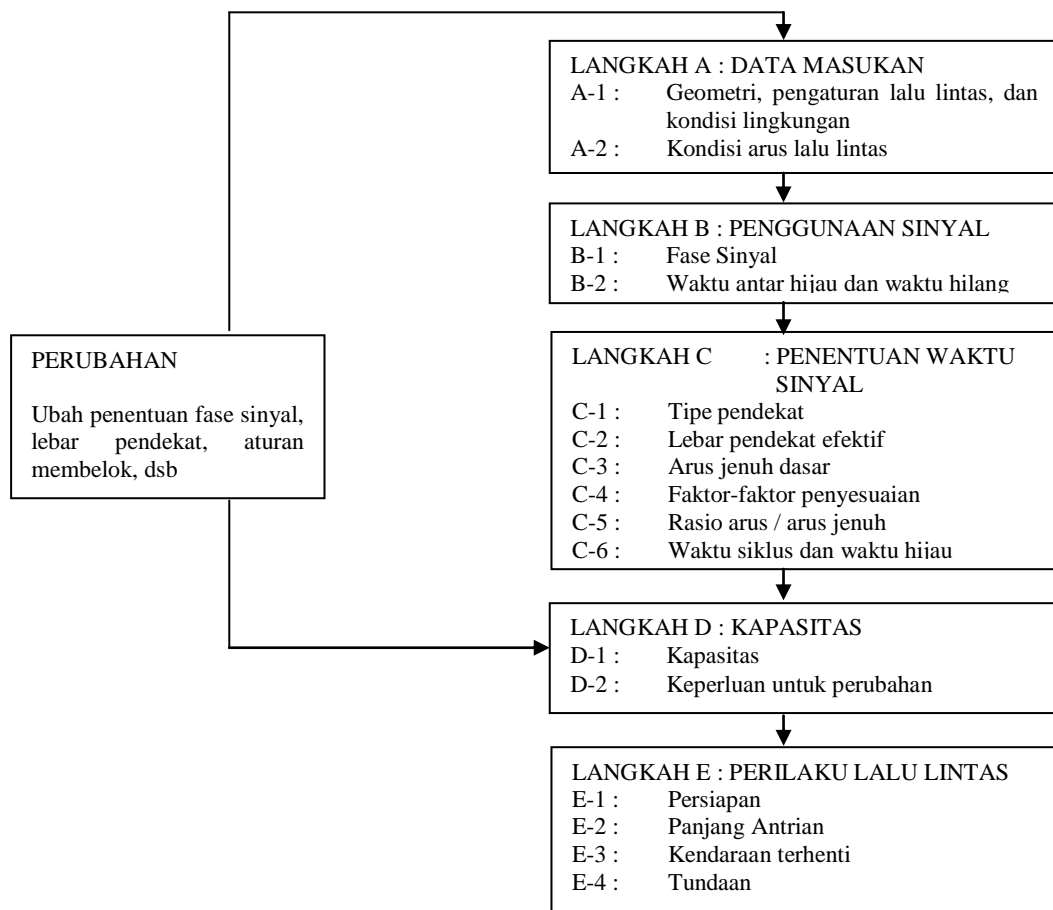
- 1) Pagi , pukul 06:30 – 09:30 WIB;
- 2) Sore, pukul 16:00 – 19:00 WIB

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 CARA ANALISIS DATA

Data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan dianalisis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk mengetahui kinerja dari simpang bersinyal yang diteliti. Bila kinerja dari simpang bersinyal tersebut ternyata tidak memenuhi standar MKJI 1997, maka diperlukan alternatif untuk perbaikan simpang bersinyal agar kinerjanya meningkat.

Berikut adalah bagan alir analisis simpang bersinyal berdasarkan MKJI 1997:

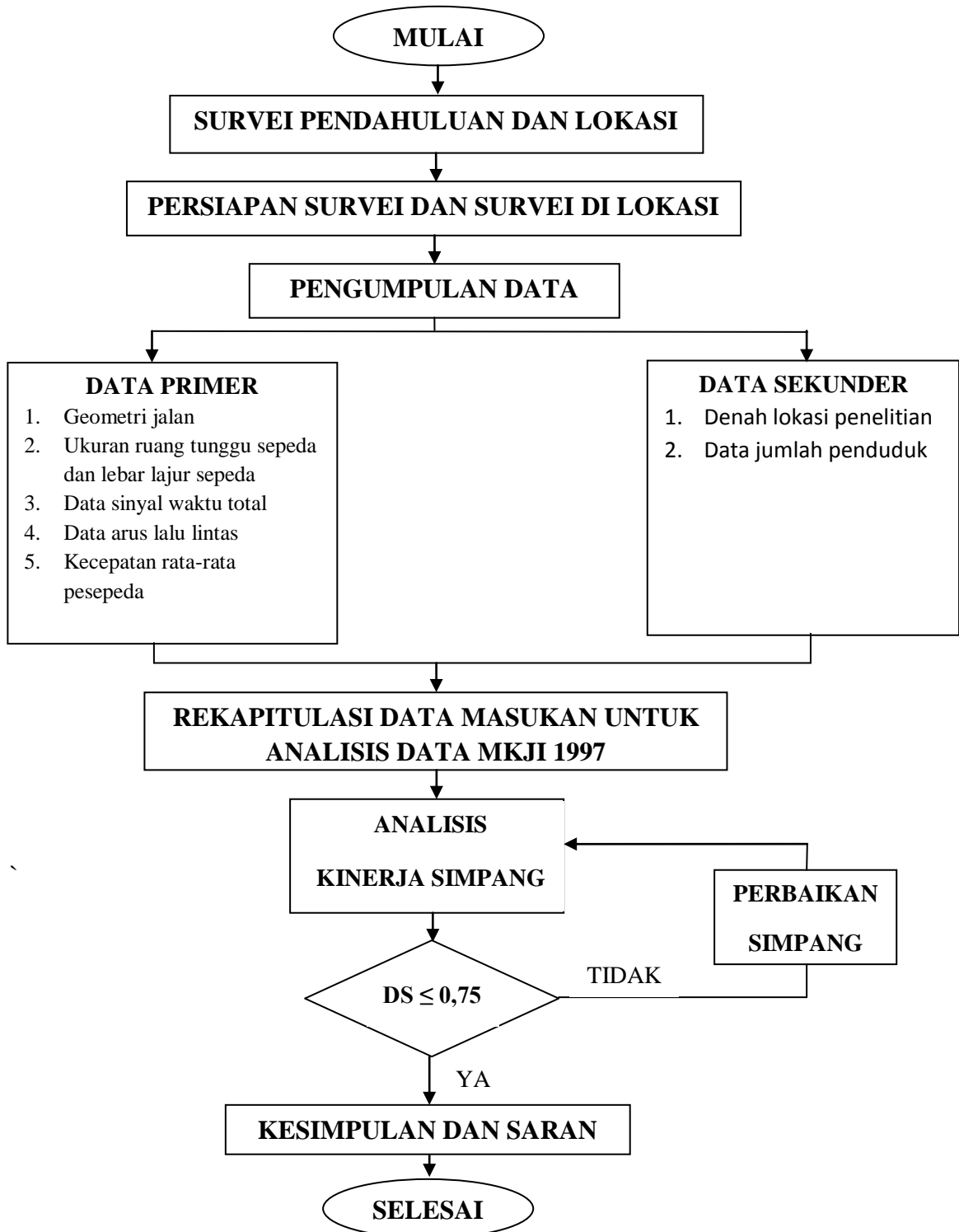


Gambar 4.1 Bagan Alir Analisis Simpang Bersinyal

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

4.5 BAGAN ALIR PENELITIAN

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



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA HASIL PENELITIAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan. Pengambilan data lalu lintas yang diperoleh adalah data mengenai arus lalu lintas dan geometri simpang tersebut. Kedua jenis data tersebut didapatkan dengan cara melakukan survei secara langsung di lapangan menggunakan *handycam*, mencatat dan mengukur secara manual.

5.1.1 Jam Puncak Arus Lalu Lintas

Waktu pengambilan data dilakukan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu. Jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat kerja, kuliah, jam makan dan lain lain. Untuk jam puncak pagi diperkirakan antara jam 06.30 – 09.30 WIB dan untuk jam puncak sore diperkirakan pada jam 16.00 – 19.00 WIB. Rekapitulasi data per 1 jam dalam penentuan jam puncak arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan per 1 Jam

NO	Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
		Senin	Rabu	Sabtu
	Pagi	19 Desember 2011	14 Desember 2011	17 Desember 2011
1	06.30 – 07.30	1999	1819	1650
2	06.45 – 07.45	2319	2134	1968
3	07.00 – 08.00	2548	2349	2171
4	07.15 – 08.15	2721	2515	2327
5	07.30 – 08.30	2790	2587	2383
6	07.45 – 08.45	2704	2499	2282
7	08.00 – 09.00	2690	2481	2260
8	08.15 – 09.15	2604	2407	2175
9	08.30 – 09.30	2666	2463	2244

Lanjutan Tabel 5.1

Sore				
1	16.00 – 17.00	2849	2511	2656
2	16.15 – 17.15	2859	2543	2689
3	16.30 – 17.30	2916	2603	2746
4	16.45 – 17.45	2942*	2637	2780
5	17.00 – 18.00	2916	2610	2746
6	17.15 – 18.15	2857	2560	2692
7	17.30 – 18.30	2808	2514	2639
8	17.45 – 18.45	2834	2512	2635
9	18.00 – 19.00	2855	2541	2657

^{*)} Jumlah kendaraan paling banyak

Dari Tabel 5.1 di atas, maka diketahui jam puncak arus lalu lintas kendaraan di persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, yaitu:

Hari : Senin

Tanggal : 19 Desember 2011

Jam : 16.45 – 17.45 WIB

5.1.2 Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Data Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan (kend/jam)			
Dari	Ke	LV	HV	MC	UM
Utara	LTOR	105	2	382	4
	RT	345	8	1320	43

Lanjutan Tabel 5.2

Barat	LTOR	68	1	361	23
	ST	405	12	1414	29
Timur ST	ST	674	19	2131	57
Timur RT	RT	118	1	306	8

Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2011

5.1.3 Data Lampu Lalu Lintas dan Fase Sinyal

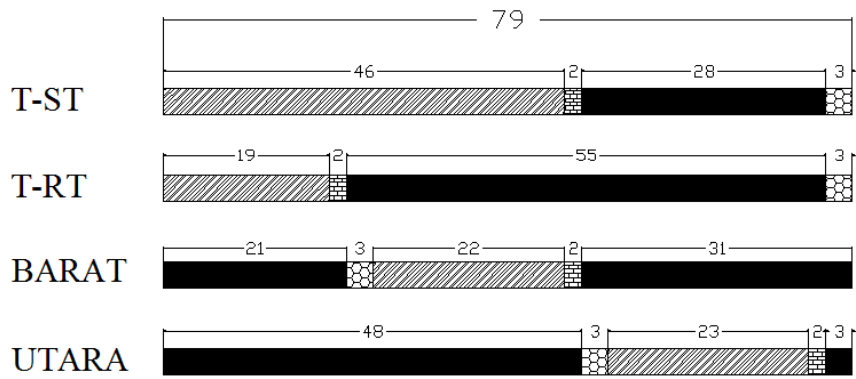
Data lampu lalu lintas pada simpang bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak seperti terlihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Data Lampu Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>All Red</i>	
Utara	23	2	51	3	79
Barat	22	2	52	3	
Timur ST	46	2	28	3	
Timur RT	19	2	55	3	

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2011

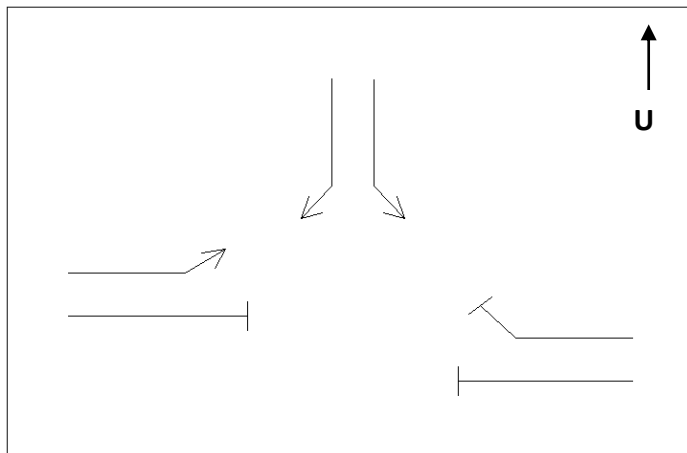
Penentuan waktu siklus simpang bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Ketiga fase di atas dapat dilihat pada Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut ini.



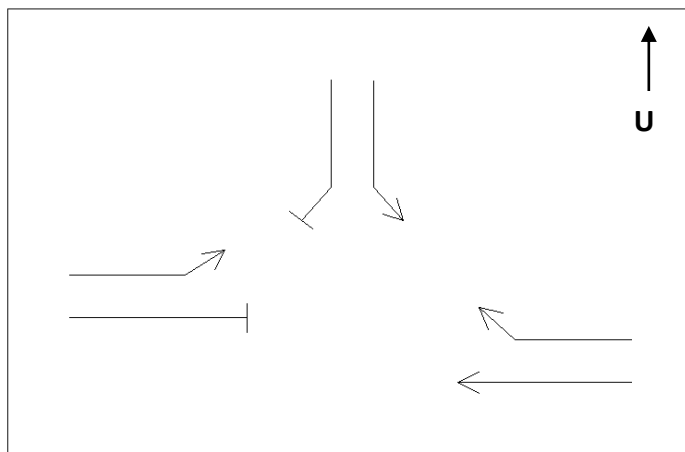
Keterangan :

- Waktu Hijau (detik)
- Waktu Merah (detik)
- Waktu Kuning (detik)
- Waktu Allred (detik)

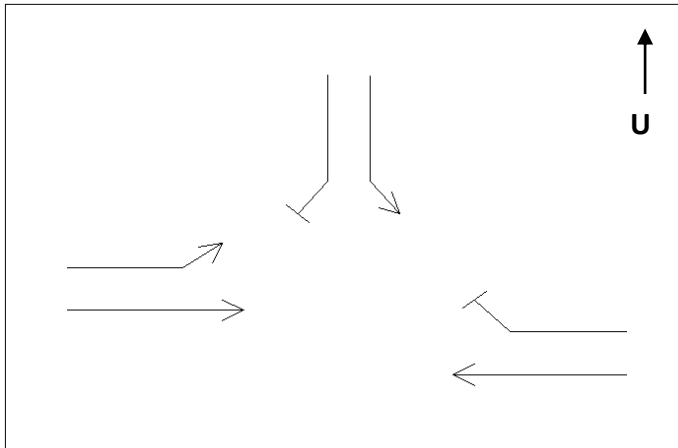
Gambar 5.1 Waktu Siklus



Gambar 5.2 Fase 1 (utara)



Gambar 5.3 Fase 2 (timur)



Gambar 5.4 Fase 3 (barat)

5.2 ANALISIS KINERJA SIMPANG KONDISI EKSISTING

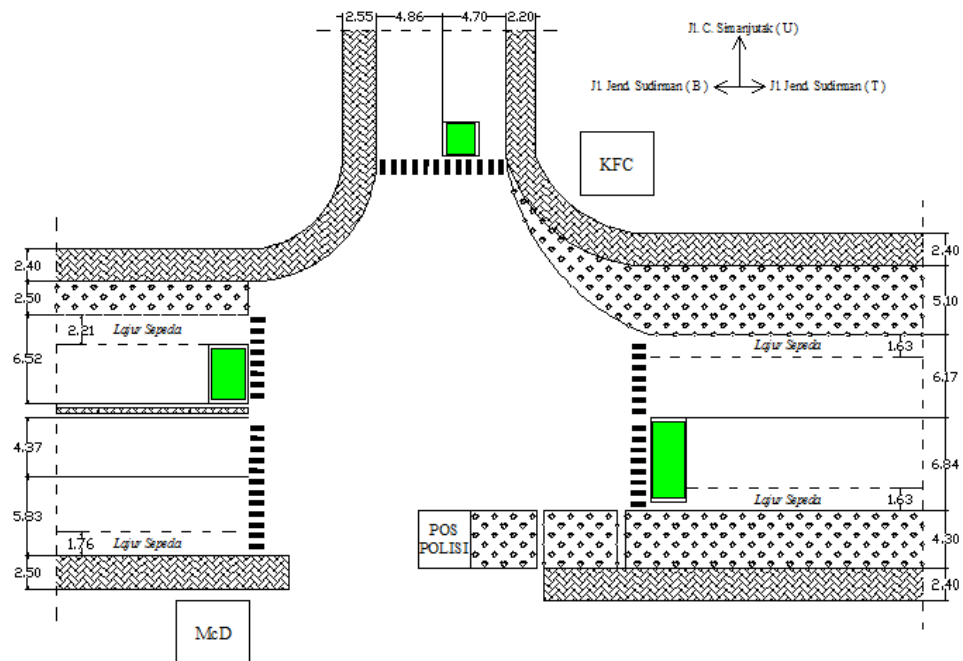
Kinerja simpang bersinyal dianalisis dengan cara mengisi 5 buah formulir yang berisi tabel-tabel berdasarkan format dari MKJI 1997, yaitu:

- 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-III : penentuan waktu signal dan kapasitas
- 5) Formulir SIG-IV : panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan

5.2.1 Penggunaan Formulir SIG-I

Formulir SIG-I : Geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
 Kota : Yogyakarta
 Ukuran kota : 388.627 jiwa (data penduduk tahun 2010)
 Hari/tanggal : Senin / 19 Desember 2011

Gambar detail geometri simpang pada kondisi eksisting bisa dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Geometri Simpang Jl. Jend.Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Data geometri dan kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak bisa dilihat pada Tabel 5.4 halaman berikut ini.

Tabel 5.4 Data Geometri dan Kondisi Lingkungan Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Kode Pendekat	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Tipe Lingkungan	COM	COM	COM	COM
Hambatan Samping Tinggi / Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Median Ya/ Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
Ruang tunggu sepeda	Ada	Ada	Ada	Ada
Lajur Sepeda	Tidak ada	Ada	Ada	Ada
Lebar lajur sepeda (m)	0	2,21	1,63	1,63

Lanjutan Tabel 5.4

Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	4,73	6,57	6,86	6,86
	Masuk Wmasuk (m)	2,72	4,36	6,86	3
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	2,01	2,21	0	0
	Wkeluar (m)	10,2	6,17	10,2	4,86

Sumber : Hasil Survei Lapangan, 2011

5.2.2 Penggunaan Formulir SIG-II

Formulir SIG-II berisi tentang data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Data arus lalu lintas dan rasio berbelok dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Arus Lalu Lintas Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/ MV	PLT OR	PRT
Utara	LTOR	105	2	382	4		0,226	
	RT	345	8	1320	43			0,774
	Total	450	10	1702	47	0,022		

Lanjutan Tabel 5.5

Barat	LTOR	68	1	361	23		0,19	
	ST	405	12	1414	29			
	Total	473	13	1775	52	0,023		
Timur ST	ST	674	10	2131	57			
	Total	674	10	2131	57	0,02		
Timur RT	RT	118	1	306	8			1
	Total	118	1	306	8	0,019		

5.2.3 Penggunaan Formulir SIG-IV

Formulir SIG-III berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekatan Barat.

1). Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S) dengan rumus 3.2

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

a. Arus jenuh dasar (S_0), untuk:

Pendekat tipe : Terlindung (P)

Lebar efektif (W_e) : 6,17 meter

Diperoleh nilai S_0 dengan menggunakan rumus 3.1

$$S_0 = 600 * W_e = 600 * 6,17 = 3702 \text{ smp/jam}$$

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari tabel 3.2

Jumlah penduduk = 388.627 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{CS} = 0,83$

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari tabel 3.4

- Lingkungan jalan : *Commercial (COM)*
- Kelas hambatan samping : Tinggi
- Tipe fase : Terlindung (P)
- Rasio kendaraan tidak bermotor : 0,023

Kemudian diperoleh nilai $F_{SF} = 0,93$

d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

e. Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_p sebesar 1

f. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 - P_{RT} * 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$

g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} * 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1$

h. Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.2

$$\begin{aligned} S &= S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \\ &= 3702 * 0,83 * 0,93 * 1 * 1 * 1 \\ &= 2858 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2). Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 845 smp/jam.

3). Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus 3.6 berikut.

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 845/2858 \\ &= 0,30 \end{aligned}$$

4). Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus 3.4 berikut.

$$C = S * (g/c)$$

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 23 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 79 \text{ detik}$$

Jadi,

$$C = 2858 * \frac{23}{79}$$

$$= 796 \text{ smp/jam}$$

5). Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan menggunakan rumus 3.5 berikut.

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

$$= \frac{845}{796}$$

$$= 1,06$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.6 halaman berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Arus jenuh dasar (So)	6120	3702	6120	2916
Faktor penyesuaian ukuran kota (F _{CS})	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor penyesuaian hambatan samping (F _{SF})	0,93	0,93	0,93	0,93
Faktor penyesuaian kelandaian (F _G)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (F _P)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (F _{RT})	1,20	1	1	1,26
Faktor penyesuaian belok kiri (F _{LT})	1	1	1	1
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), smp/jam	5674	2858	4724	2836
Nilai arus lalu lintas (Q), smp/jam	803	845	1113	181

Lanjutan Tabel 5.6

Rasio arus (FR)	0,14	0,30	0,24	0,06
Rasio fase (IFR)	0,28	0,59	0,47	0,13
Kapasitas (C), smp/jam	1652	796	2751	682
Derajat kejenuhan (DS)	0,49	1,06	0,40	0,26

Sumber: Berdasarkan Analisis Data Hasil Pengamatan di Lapangan, 2011

5.2.4 Penggunaan Formulir SIG-V

Formulir SIG-IV berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan–tundaan. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan–tundaan yang tinjauannya juga dilakukan terhadap pendekatan Barat.

- 1). Perhitungan jumlah kendaraan antri
 - a. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
Dari rumus 3.11 diperoleh $NQ_1 = 32$ smp
 - b. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2
Dari rumus 3.12 diperoleh $NQ_2 = 19$ smp
 - c. Jumlah kendaraan antri
$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$
$$= 32 + 19 = 51 \text{ smp}$$
 - d. Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max} = 71$ smp
- 2). Perhitungan panjang antrian QL
Dari rumus 3.14 diperoleh $QL = 325$ m
- 3). Perhitungan rasio kendaraan stop NS
Dari rumus 3.15 didapat $NS = 2,49$ stop/smp
- 4). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}
Dari rumus 3.16 diperoleh $N_{SV} = 2076$ smp/jam
- 5). Perhitungan tundaan
 - a. Tundaan lalu lintas rata-rata
Dari rumus 3.18 diperoleh $DT = 172,27$ detik/smp

b. Tundaan geometri rata-rata

Dari rumus 3.19 diperoleh $DG = 9,83$ detik/smp

c. Tundaan rata-rata

$D = DT + DG = 172,27 + 9,83 = 182,10$ detik/smp

d. Tundaan total $= D * Q$
 $= 182,10 * (845/3600)$
 $= 43$ smp.det

Untuk keseluruhan hasil perhitungan kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Jumlah Kendaraan yang Tertinggal (NQ1), smp	0	32	0	0
Jumlah Kendaraan yang Datang (NQ2), smp	15	19	13	3
Jumlah Kendaraan Antri (NQ), smp	15	51	13	3
Jumlah Maksimum Kendaraan Antri (NQmax), smp	20	71	19	5
Panjang Antrian (QL), meter	150	325	54	30
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,74	2,46	0,49	0,73
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	597	2076	548	132
Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT), detik/smp	23,12	172,27	9,02	24,33
Tundaan Geometri Rata-Rata (DG), detik/smp	4,17	9,83	1,97	4,54

Lanjutan Tabel 5.7

Tundaan Rata-Rata (D), detik/smp	27,29	182,10	10,98	28,87
Tundaan total, detik	6	43	3	1

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang} &= \text{Jumlah tundaan total/ arus total} \\
 &= 54/0,82 \\
 &= 66 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

Dari analisis simpang di atas, derajat kejenuhan (DS) di kondisi eksisting pada pendekat Utara 0,49, pendekat Barat 1,06 dan pendekat Timur 0,24. Nilai derajat kejenuhan pada pendekat Barat berada di atas 0,75 yang berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh berdasarkan MKJI 1997, dan akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu-lintas puncak. Dengan demikian perlu direncanakan beberapa alternatif perbaikan guna mengatasi masalah tersebut.

5.3 ANALISIS SEPEDA

5.3.1 Kecepatan Sepeda

Dalam menentukan kecepatan sepeda dalam melintas dari satu lengan ke lengan yang lain, maka dilakukan simulasi dengan menggunakan sepeda melintas dari satu lengan ke lengan yang lain dengan 3 kali percobaan. Seperti yang terlihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Kecepatan Sepeda pada Simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak

ASAL	TUJUAN	JARAK TEMPUH (m)	WAKTU TEMPUH (dt)			RATA-RATA	KECEPATAN TEMPUH (m/dt)
			I	II	III		
Utara	Barat	50,8	19	17	17	18	2,88
Timur ST	Barat	70	25	27	26	26	2,69
Timur RT	Utara	60,6	18	21	19	19	3,13
Barat	Timur	70	25	26	26	26	2,73

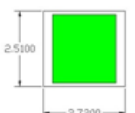
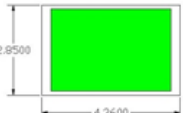

Sumber : Hasil Survei Lapangan, 2011

Dari tabel di atas terlihat bahwa masing-masing lengan membutuhkan waktu yang berbeda-beda dalam melintas dari satu lengan ke lengan yang lain. Saat pesepeda berada di dalam ruang tunggu sepeda di lengan utara, pesepeda membutuhkan waktu sekitar 18 detik untuk sampai di lengan Barat dengan kecepatan mengayuh sepeda 2,9 m/dtk yang berjarak 51 m. Begitu juga dengan arah sebaliknya seperti yang ada di dalam Tabel 5.8.

5.3.2 Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

Untuk mengetahui jumlah sepeda yang dapat menggunakan ruang tunggu sepeda pada tiap-tiap lengan simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, perlu diketahui ukuran atau dimensi dari sepeda dan ruang tunggu sepeda tersebut. Daya tampung ruang tunggu sepeda pada simpang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Daya Tampung Ruang Tunggu Sepeda

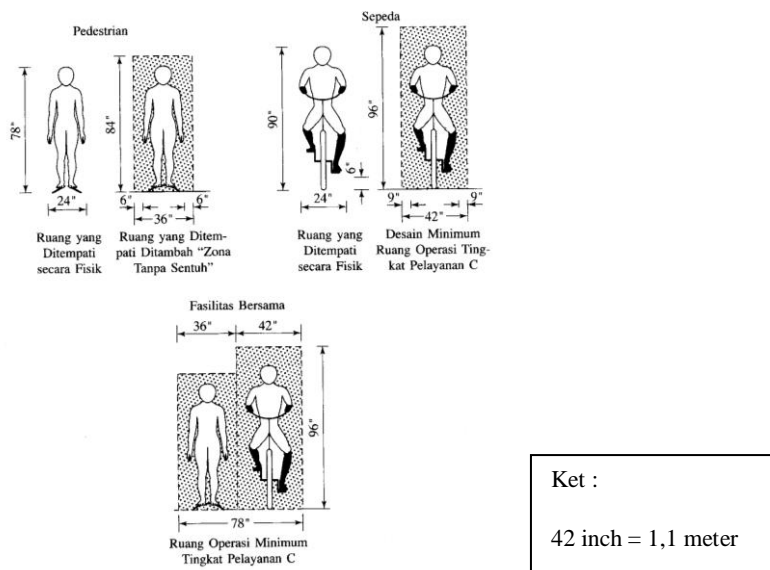
Pendekat	Ruang Tunggu Sepeda		Sepeda		Kapasitas Ruang Tunggu Sepeda
	Lebar (m)	Panjang (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	
Utara 	2,72	2,51			3
Barat 	4,36	2,85	1,1	2,1	4
Timur 	6,24	2,6			6

Ket: *Lebar sepeda 1,1 m, Dasar-dasar rekayasa transportasi (Khisty & Lall)

*Panjang sepeda 2,1 m, Keputusan Menteri Perhubungan KM No.48 Tahun 1997

Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2011

Ruang tunggu sepeda dapat dibuat dengan ukuran yang sesuai dengan pesepeda. Ukuran pesepeda dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Kebutuhan Ruang-Bebas Jalan Sepeda (FHWA, 1980)

Dari tabel tersebut, dapat diketahui kapasitas dari ruang tunggu sepeda pada simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak. Pada lengan utara dengan ukuran ruang tunggu sepeda (2,72 x 2,51) m dapat menampung 3 pesepeda. Sedangkan untuk lengan barat dan timur, masing-masing dapat menampung 4 dan 6 pesepeda.

5.4 PERENCANAAN PERBAIKAN

Analisis simpang Jl. Jend.Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak pada kondisi eksiting di jam puncak memiliki angka derajat kejenuhan di atas 0,75 yaitu pada lengan Barat 1,06. Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu-lintas puncak. Dengan demikian perlu direncanakan beberapa alternatif atau perbaikan guna mengatasi masalah tersebut.

1. Alternatif 1

Perbaikan kinerja simpang dilakukan dengan cara merubah waktu hijau, sedang waktu siklus yang direncanakan sebesar 60 detik. Berikut perhitungan waktu hijau serta dampak atas perubahan waktu hijau tersebut terhadap derajat kejenuhan arus lalu lintas simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak yang awalnya nilai derajat kejenuhan (DS) pada pendekat utara sebesar 1,06, pendekat barat 1,00 dan pendekat timur 0,19 dengan waktu siklus 79 detik.

Perhitungan waktu hijau masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus :

$$g_i = (Cua - LTI) * PR_i \quad (3.9)$$

Keterangan :

g_i = waktu hijau dalam fase-i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)
= 15 detik

Cua = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)
= 70 detik

PR_i = perbandingan fase $FR_{kritis} / \Sigma(FR_{kritis})$

$$g_1 \text{ (Utara)} = (70 - 15) * 0,28 = 15 \text{ detik}$$

$$g_2 \text{ (Barat)} = (70 - 15) * 0,59 = 33 \text{ detik}$$

$$g_3 \text{ (Timur)} = (70 - 15) * 0,13 = 7 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan waktu hijau pada pendekat Utara (g_1) 15 detik, Barat (g_2) 33 detik dan Timur (g_3) 7 detik. Berdasarkan MKJI 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. Untuk dapat menyesuaikan dengan ketentuan pada MKJI 1997 yaitu nilai angka derajat kejenuhan $\leq 0,75$, maka waktu hijau dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Waktu Hijau untuk Perbaikan Kinerja Simpang

Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	All Red	
Utara	22	2	68	3	90
Barat	36	2	54	3	
Timur ST	58	2	32	3	
Timur RT	17	2	73	3	

Perubahan waktu hijau akan berdampak pada nilai Kapasitas (C) dan juga nilai Derajat Kejenuhan (DS), perhitungan dilakukan pada pendekat Barat yang awalnya nilai Kapasitas sebesar 796 smp/jam menjadi 1143 smp/jam. Nilai Derajat Kejenuhan menjadi 0,74 yang sebelumnya sebesar 1,06. Maka perbaikan kinerja simpang dengan merubah waktu siklus menjadi 90 detik dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan dengan Waktu Siklus 90 Detik

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Waktu Hijau, detik	22	36	58	17
Kapasitas (C), smp/jam	1387	1143	3044	536
Derajat kejenuhan (DS)	0,58	0,74	0,37	0,34
Jumlah maksimum kendaraan antri (N_{Qmax}), smp	25	26	18	5
Panjang Antrian (QL), meter	184	121	53	36
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	643	681	466	141
Tundaan total, detik	8	7	3	2

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang} &= \text{Jumlah tundaan total / arus total} \\
 &= 19/0,82 \\
 &= 24 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

2. Alternatif 2

Ruang tunggu sepeda pada tiap pendekat dipindah letaknya menjadi di depan *zebra cross*, sehingga faktor hambatan sampingnya menjadi rendah karena jarak tempuh sepeda menjadi lebih pendek dan waktu tempuhnya juga lebih cepat.

1) Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

$$S = S_o * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT}$$

a. Arus jenuh dasar (S_o), untuk:

Pendekat tipe : Terlindung (P)

Lebar efektif (W_e) : 6,17 meter

Diperoleh nilai S_o dengan menggunakan rumus 3.1

$$S_o = 600 * W_e = 600 * 6,17 = 3702 \text{ smp/jam}$$

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) diperoleh dari tabel 3.2

Jumlah penduduk = 388.627 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{CS} = 0,83$

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari tabel 3.4

- Lingkungan jalan : *Commercial (COM)*
- Kelas hambatan samping : Rendah
- Tipe fase : Terlindung (P)
- Rasio kendaraan tidak bermotor : 0,023

Kemudian diperoleh nilai $F_{SF} = 0,95$

d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik pada Gambar 3.1 sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

e. Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama, kemudian dari grafik Gambar 3.2 diperoleh F_p sebesar 1

f. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 * P_{RT} * 0,26$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.3, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1$

g. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Dengan menggunakan rumus $F_{LT} = 1,0 - P_{LT} * 0,16$ atau dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4, maka diperoleh nilai $F_{LT} = 1$

h. Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) dengan rumus 3.2

$$\begin{aligned} S &= S_0 * F_{CS} * F_{SF} * F_G * F_p * F_{RT} * F_{LT} \\ &= 3702 * 0,83 * 0,95 * 1 * 1 * 1 \\ &= 2919 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2). Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 845 smp/jam.

3). Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus 3.6 berikut.

$$\begin{aligned} FR &= Q/S \\ &= 845/2919 \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

4). Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus 3.4 berikut.

$$C = S * (g/c)$$

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 23 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 79 \text{ detik}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} C &= 2919 * \frac{23}{79} \\ &= 813 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5). Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan menggunakan rumus 3.5 berikut.

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{c} \\ &= \frac{845}{813} \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

Ketentuan	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Arus jenuh dasar (S_0)	6120	3702	6120	2916
Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})	0,95	0,95	0,95	0,95
Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (F_P)	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})	1,20	1	1	1,26
Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})	1	1	1	1
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), smp/jam	5797	2919	4826	2897
Nilai arus lalu lintas (Q), smp/jam	803	845	1113	181
Kapasitas (C), smp/jam	1688	813	2810	697
Derajat kejenuhan (DS)	0,48	1,04	0,40	0,26

1). Perhitungan jumlah kendaraan antri

- a. Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Dari rumus 3.11 diperoleh $NQ_1 = 25$ smp

- b. Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2

Dari rumus 3.12 diperoleh $NQ_2 = 19$ smp

- c. Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 25 + 19 = 44 \text{ smp}$$

- d. Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max} = 61$ smp
- 2). Perhitungan panjang antrian QL
Dari rumus 3.14 diperoleh $QL = 280$ m
- 3). Perhitungan rasio kendaraan stop NS
Dari rumus 3.15 didapat $NS = 2,12$ stop/smp
- 4). Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}
Dari rumus 3.16 diperoleh $N_{SV} = 1791$ smp/jam
- 5). Perhitungan tundaan
- Tundaan lalu lintas rata-rata
Dari rumus 3.18 diperoleh $DT = 138,91$ detik/smp
 - Tundaan geometri rata-rata
Dari rumus 3.19 diperoleh $DG = 8,48$ detik/smp
 - Tundaan rata-rata
 $D = DT + DG = 138,91 + 8,48 = 147,39$ detik/smp
 - Tundaan total $= D * Q$
 $= 147,39 * (845/3600)$
 $= 35$ smp.det

Untuk keseluruhan hasil perhitungan kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

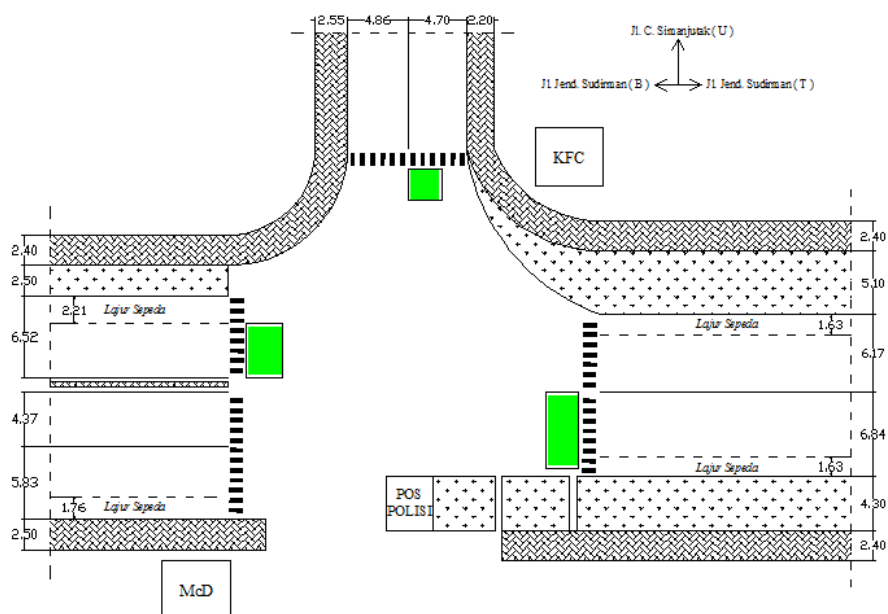
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan

Parameter Kinerja	Pendekat			
	Utara	Barat	Timur ST	Timur RT
Jumlah Kendaraan Yang Tertinggal (NQ1), smp	0	25	0	0
Jumlah Kendaraan Yang Datang (NQ2), smp	15	19	13	3
Jumlah Kendaraan Antri (NQ), smp	15	44	13	3

Lanjutan Tabel 5.13

Jumlah maksimum kendaraan antri (NQ _{max}), smp	20	61	19	5
Panjang Antrian (QL), meter	149	280	54	30
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,74	2,12	0,49	0,73
Jumlah Kendaraan Terhenti (N _{SV}), smp/jam	595	1791	544	132
Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT), detik/smp	23,04	138,91	8,96	24,30
Tundaan Geometri Rata-Rata (DG), detik/smp	4,17	8,48	1,95	4,54
Tundaan Rata-Rata (D), detik/smp	27,21	147,39	10,91	28,84
Tundaan total, detik	6	35	3	1

Jadi tundaan rata-rata seluruh simpang = Jumlah tundaan total/ arus total
 = 46/0,82
 = 56 detik/smp



Gambar 5.7 Perubahan Letak Ruang Tunggu

5.5 REKAPITULASI KINERJA

Kinerja simpang kondisi eksisting beserta alternatif perbaikan dapat dilihat pada tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Beserta Alternatifnya

Parameter Kinerja	Eksisting				Alternatif 1				Alternatif 2			
	U	B	T-ST	T-RT	U	B	T-ST	T-RT	U	B	T-ST	T-RT
Kapasitas (C), smp/jam	1652	796	2751	682	1387	1143	3044	536	1688	813	2810	697
Derajat Kejenuhan (DS)	0.49	1.06	0.40	0.26	0.58	0.74	0.37	0.34	0.48	1.04	0.40	0.26
Panjang Antrian (QL), meter	150	325	54	30	184	121	53	36	149	280	54	30
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	597	2076	548	132	643	681	466	141	595	1791	544	132
Tundaan Total, detik	6	43	3	1	8	7	3	2	6	35	3	1

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis terhadap volume, kapasitas dan perilaku lalu lintas pada jam puncak dengan standarisasi MKJI 1997 di persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak, dapat diambil simpulan:

- 1) analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhannya pada pendekat utara sebesar 0,49, pendekat Timur 0,26 dan pendekat Barat 1,06. Panjang antrian kendaraan 325 meter dan jumlah kendaraan terhenti sebanyak 2076 smp/jam dengan kapasitas simpang sebesar 796 smp/jam pada pendekat Barat yang memiliki angka derajat kejenuhan $\geq 0,75$. Kendaraan yang akan melintas dari Barat menuju Timur harus menunggu sekitar 3 kali waktu siklus apabila kendaraan tersebut berada pada antrian kendaraan paling terakhir. Hal ini disebabkan karena angka jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada pendekat Barat lebih banyak daripada kapasitasnya;
- 2) kinerja simpang Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak pada kondisi eksisting angka derajat kejenuhan (DS) pada pendekat Utara dan Barat melebihi 0,75. Untuk mendapatkan tingkat pelayanan yang lebih baik maka dapat dilakukan perbaikan-perbaikan seperti menambah waktu siklus dan memindahkan posisi ruang tunggu sepeda di depan *zebra cross*. Perbaikan yang mungkin dilakukan adalah dengan menggunakan waktu siklus 90 detik karena perbaikan ini dapat menghasilkan angka derajat kejenuhan pada pendekat utara sebesar 0,58, pendekat Timur 0,34 dan pendekat Barat 0,74. Panjang antrian kendaraan 121 meter dan jumlah kendaraan terhenti sebanyak 681 smp/jam dengan kapasitas simpang sebesar 1143 smp/jam pada pendekat Barat yang sebelumnya memiliki angka derajat kejenuhan $\geq 0,75$. Kendaraan yang akan melintas dari Barat menuju Timur hanya membutuhkan 1 kali waktu siklus apabila kendaraan tersebut berada pada antrian kendaraan paling terakhir. Hal ini disebabkan karena angka jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada pendekat Barat lebih sedikit daripada kapasitasnya.

6.2 SARAN

Setelah dilakukan analisis perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan Jl. Jend. Sudirman dan Jl. C. Simanjuntak serta berdasarkan pengamatan terhadap kondisi eksisting di lapangan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut:

- 1) menggunakan beberapa referensi atau pedoman yang berbeda dalam menganalisis kinerja simpang bersinyal maupun dalam mencari alternatif pemecahan masalah, agar diperoleh variasi perbandingan yang nantinya dapat dipilih salah satu yang terbaik dari berbagai pedoman yang digunakan;
- 2) perhitungan kapasitas simpang sebaiknya dilakukan dengan pengamatan langsung, agar dapat membandingkan hasil analisis kinerja antara kapasitas berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dengan kapasitas berdasarkan perhitungan yang berpedoman pada MKJI 1997;
- 3) selain itu, pengamatan juga dilakukan pada berbagai kondisi cuaca, tidak hanya pada saat cuaca cerah, agar peneliti dapat membandingkan hasil analisis dari berbagai kondisi cuaca.