

**KAJIAN LALU LINTAS DI KAWASAN PINTU GERBANG
UNIVERSITAS BRAWIJAYA JALAN VETERAN
KOTA MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**YUSRIZAL IHZA MAHENDRA
NIM. 0810613077 - 61**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014**

**KAJIAN LALU LINTAS DI KAWASAN PINTU GERBANG
UNIVERSITAS BRAWIJAYA JALAN VETERAN
KOTA MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

YUSRIZAL IHZA MAHENDRA
NIM. 0810613077 - 61

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Hendi Bowoputro, ST, MT
NIP. 19750910 200012 1 002

Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc, Ph.D
NIP. 1957052 7198403 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN LALU LINTAS DI KAWASAN PINTU GERBANG
UNIVERSITAS BRAWIJAYA JALAN VETERAN
KOTA MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

**YUSRIZAL IHZA MAHENDRA
NIM. 0810613077 - 61**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal
29 Januari 2014

DOSEN PENGUJI

Hendi Bowoputro, ST, MT
NIP. 19750910 200012 1 002

Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc, Ph.D
NIP. 1957052 7198403 1 002

Dr. Ir. Zainul Arifin, MT
NIP. 19590813 198601 1 005

Mengetahui
Ketua Program Studi S1

Dr. Eng Indradi W, ST, M.Eng (Prac)
NIP. 19810220 200604 1 002

LEMBAR ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti bahwa penelitian ini tidak benar dan terdapat unsur PLAGIASI, saya sanggup menerima atau hukuman / sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Februari 2014

Mahasiswa

Nama : Yusrizal Ihza Mahendra

NIM : 0810613077-61

Jurusan : Teknik Sipil

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu dilimpahkan kepada kita semua setiap saat.

Skripsi yang berjudul "Kajian Lalu Lintas Di Kawasan Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran Kota Malang" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Hendi Bowoputro, ST, MT, selaku dosen pembimbing I.
2. Prof. Ir. Harnen Sulistio, M.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing II.
3. Ir. Sugeng P. Budio, MS, selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Ir. Siti Nurlina, MT, selaku Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Pegawai administrasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi tercapainya hasil yang lebih baik pada kesempatan berikutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, Februari 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	x
RINGKASAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Simpang	5
2.2 Simpang Bersinyal	5
2.3 Kinerja Bersinyal	6
2.3.1 Geometri	6
2.3.2 Arus Lalu Lintas	6
2.3.3 Model Dasar	6
2.3.4 Penentuan Waktu Sinyal	9
2.3.5 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	10
2.3.6 Perilaku Lalu Lintas	10
2.4 Simpang Tak Bersinyal	12
2.5 Kinerja Simpang Tak Bersinyal	14
2.5.1 Kapasitas	14
2.5.2 Derajat Kejenuhan	21
2.5.3 Tundaan	21
2.5.4 Peluang Antrian	23



2.6	Jalanan	23
2.7	Kinerja Bagian Jalanan	23
2.7.1	Kapasitas	23
2.7.2	Derajat Kejenuhan	26
2.7.3	Tundaan Pada Bagian Jalanan Bundaran	26
2.7.4	Peluang Antrian Pada Bagian Jalanan Bundaran	27
2.7.5	Kecepatan Tempuh Pada Bagian Jalanan Tunggal	27
2.7.6	Waktu Tempuh Pada Bagian Jalanan Tunggal	28
2.8	Tingkat Pelayanan	28
2.9	Manajemen Lalu Lintas	30
2.9.1	Bentuk-Bentuk Tindakan Dalam Manajemen Lalu Lintas	31
2.9.2	Jenis-Jenis Manajemen Lalu Lintas	32
2.10	Hasil Penelitian Terdahulu	36
BAB III METODE PENELITIAN		38
3.1	Tahapan Penelitian	38
3.2	Survei Pendahuluan	39
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	40
3.3.1	Lokasi Penelitian	40
3.3.2	Waktu Penelitian	41
3.4	Pengumpulan Data	41
3.4.1	Pengumpulan Data Primer	41
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	41
3.5	Kompilasi Data	42
3.6	Analisis Data	42
3.6.1	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal	42
3.6.2	Analisis Simpang Tak Bersinyal	44
3.6.3	Analisis Bagian Jalanan Bundaran	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Gambaran Umum Wilayah Studi	47
4.2	Analisis Kinerja Simpang dan Jalanan	48
4.2.1	Gambaran Umum Lokasi Kajian	48
4.2.2	Simpang Bersinyal 4 Kaki Jalan Sumbersari-Jalan Veteran-Jalan Bendungan Sutami-Jalan Bendungan Sigura-Gura	50
4.2.2.1	Gambaran Umum	50



4.2.2.2	Volume Jam Puncak	51
4.2.2.3	Analisis Kinerja	52
4.2.3	Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya	57
4.2.3.1	Gambaran Umum	57
4.2.3.2	Volume Jam Puncak	58
4.2.3.3	Anlisis Kinerja	59
4.2.4	Jalanan Tunggal Jalan Veteran	62
4.2.4.1	Gambaran Umum	62
4.2.4.2	Volume Jam Puncak	63
4.2.4.3	Analisis Kinerja	64
4.2.5	Rekapitulasi Tingkat Pelayanan	66
4.3	Pemecahan Masalah	67
4.3.1	Pemecahan Masalah Simpang Bersinyal Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura	68
4.3.1.1	Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I)	68
4.3.1.2	Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II)	69
4.3.1.3	Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III)	70
4.3.2	Pemecahan Masalah Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya	72
4.4	Perbandingan Kinerja Perbaikan Simpang Bersinyal Dengan Kinerja Kebijakan Arus Satu Arah (Pemkot Malang)	75
BAB V PENUTUP		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Rekomendasi	78
5.3	Saran	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Ekivalensi Kendaraan Penumpang Untuk Tiap Pendekat	6
Tabel 2.2	Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan (berdasarkan perhitungan dalam kendaraan)	13
Tabel 2.3	Definisi Tipe Simpang	13
Tabel 2.4	Tabel Lebar Pendekat dan Jumlah Lajur	16
Tabel 2.5	Kode Tipe Simpang (IT)	16
Tabel 2.6	Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang	17
Tabel 2.7	Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)	18
Tabel 2.8	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})	18
Tabel 2.9	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Sampang dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	19
Tabel 2.10	Ukuran Kinerja Bagian Jalinan	23
Tabel 2.11	Ringkasan Variabel Masukan Untuk Model Kapasitas Pada Bagian Jalinan	24
Tabel 2.12	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	25
Tabel 2.13	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Sampang dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	25
Tabel 2.14	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Tingkat kejenuhan Lalu Lintas	29
Tabel 4.1	Lebar Pendekat Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	52
Tabel 4.2	Arus Jenuh Dasar Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	54
Tabel 4.3	Arus Jenuh Disesuaikan Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	55
Tabel 4.4	Kapasitas Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	55
Tabel 4.5	Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	56
Tabel 4.6	Tundaan Rata-Rata Tiap Pendekat Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	56

Tabel 4.7	Parameter Geometri Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	59
Tabel 4.8	Kapasitas Dasar Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	60
Tabel 4.9	Kapasitas Dasar Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	60
Tabel 4.10	Derajat Kejenuhan Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	61
Tabel 4.11	Parameter Geometri Jalinan Tunggal Jalan Veteran	64
Tabel 4.12	Kinerja Jalinan Tunggal Jalan Veteran	65
Tabel 4.13	Kinerja Lokasi Kajian	66
Tabel 4.14	Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I)	68
Tabel 4.15	Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II)	70
Tabel 4.16	Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III)	72
Tabel 4.17	Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Perbaikan Dengan Menutup Bundaran Sebagian Sisi Timur	73
Tabel 4.18	Tingkat Pelayanan <i>U-Turn</i> Pada Kondisi Eksisting dan Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat	74
Tabel 4.19	Tingkat Pelayanan <i>U-Turn</i> Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat dan Setelah Perbaikan Pelebaran	75
Tabel 4.20	Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Skenario	75

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Lokasi Kajian	2
Gambar 2.1	Arus Jenuh Dasar yang Diamati Per Selang Waktu Enam Detik	7
Gambar 2.2	Model Dasar untuk Arus Jenuh	7
Gambar 2.3	Ilustrasi Tipe Simpang Tak Bersinyal	14
Gambar 2.4	Gambar Lebar Rata-Rata Pendekat	16
Gambar 2.5	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_W)	17
Gambar 2.6	Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})	19
Gambar 2.7	Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})	20
Gambar 2.8	Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})	20
Gambar 2.9	Bagian Jalinan Tunggal (kiri) dan Bundaran (kanan)	24
Gambar 2.10	Faktor $P_W = 43 \times (1 - P_W/3)$	27
Gambar 2.11	Faktor $DS = 0,5(1 + (1 - DS)^{0,5})$	28
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian	38
Gambar 3.2	Peta Lokasi penelitian	40
Gambar 3.3	Lokasi penelitian	40
Gambar 3.4	Bagan Alir Analisa Simpang Bersinyal	43
Gambar 3.5	Bagan Alir Analisa Simpang Tak Bersinyal	45
Gambar 3.6	Bagan Alir Analisa Bagian Jalinan	46
Gambar 4.1	Keadaan Simpang Bersinyal Empat Lengan Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura	47
Gambar 4.2	Keadaan Bundaran Universitas Brawijaya Jalan Veteran	48
Gambar 4.3	Keadaan <i>U-Turn</i> Depan Politeknik Negeri Malang Jalan Veteran	48
Gambar 4.4	Lokasi Kajian	48
Gambar 4.5	Pergerakan Kendaraan Eksisting	49
Gambar 4.6	Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	50
Gambar 4.7	Kondisi Geometrik Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	50
Gambar 4.8	Volume Lalu Lintas Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend.	51

	Sigura-Gura	
Gambar 4.9	Komposisi Lalu Lintas Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	51
Gambar 4.10	Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya	57
Gambar 4.11	Kondisi Geometrik Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya	57
Gambar 4.12	Volume Lalu Lintas Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	58
Gambar 4.13	Komposisi Kendaraan Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	58
Gambar 4.14	Jalanan Tunggal Jalan Veteran	62
Gambar 4.15	Kondisi Geometrik Jalanan Tunggal Jalan Veteran	62
Gambar 4.16	Volume Lalu Lintas Jalanan Tunggal Jalan Veteran	63
Gambar 4.17	Komposisi Kendaraan Jalanan Tunggal Jalan Veteran	63
Gambar 4.18	Rekayasa Lalu Lintas	67
Gambar 4.19	Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I) Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	68
Gambar 4.20	Perbaikan Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II) Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	69
Gambar 4.21	Perbaikan Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III) Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura	70
Gambar 4.22	Perbaikan Jalanan Bundaran Dengan Menutup Sebagian Bundaran Pintu	72
Gambar 4.23	Jalanan Tunggal Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat	73
Gambar 4.24	Perbaikan Pelebaran Jalanan Tunggal Jalan Veteran	74

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Lembar Survei Simpang dan Jalinan	
Lampiran 2	Rekap Jam Puncak	
Lampiran 3	Data Rekap Saat Jam Puncak	
Lampiran 4	Data Perhitungan Derajat Kejenuhan Eksisting	
Lampiran 5	Data Perhitungan Derajat Kejenuhan Perbaikan	
Lampiran 6	Geometri Eksisting	
Lampiran 7	Perbaikan	
Lampiran 8	Dokumentasi Survei	



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

NOTASI	ISTILAH	DEFINISI
	UNSUR LALU LINTAS	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas
kend	KENDARAAN	Unsur lalu lintas diatas roda
LV	KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistim klasifikasi Bina Marga)
HV	KENDARAAN BERAT	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistim klasifikasi Bina Marga)
MC	SEPEDA MOTOR	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistim klasifikasi Bina Marga)
UM	KENDARAAN TAK BERMOTOR	Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). Catatan: Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping
emp	EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG	Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kend. ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu-lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, emp = 1.0)
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp
Q	ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-Rata Tahunan)
F_{SMP}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus kendaraan campuran menjadi arus yang setara dalam smp untuk keperluan analisa kapasitas

C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu-lintas dan sebagainya. Catatan: Biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam)
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas. Catatan: Biasanya dihitung per jam
V	KECEPATAN PERJALANAN (KECEPATAN TEMPUH)	Kecepatan kendaraan (biasanya $\frac{\text{km}}{\text{jam}}$ atau $\frac{\text{m}}{\text{det}}$)
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	Kecepatan kendaraan yang tidak dihalangi oleh kendaraan lain
TT	WAKTU TEMPUH (WAKTU PERJALANAN)	Waktu total yang diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu-berhenti dan tundaan pada simpang. Catatan: Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk istirahat, perbaikan kendaraan
D	TUNDAAN	Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Catatan: Tundaan terdiri dari TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) yang disebabkan pengaruh kendaraan lain; dan TUNDAAN GEOMETRIK (DG) yang disebabkan perlambatan dan percepatan untuk melewati fasilitas (misalnya akibat lengkung horisontal pada persimpangan)
P_{sv}	RASIO KENDARAAN TERHENTI	Rasio dari arus lalu-lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti dari sinyal
	PENDEKAT	Daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis-henti. (Jika gerakan belok kiri atau belok kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat atau lebih)
W_A	LEBAR PENDEKAT	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m)
W_{MASUK}	LEBAR MASUK	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m)
W_{KELUAR}	LEBAR KELUAR	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas berangkat setelah



		melewati persimpangan jalan (m)
QP%	PELUANG ANTRIAN	Peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan didaerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal
COM	KOMERSIAL	Lahan niaga (sbg. contoh : toko, restoran, kantor,) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
RES	PERMUKIMAN	Lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
RA	AKSES TERBATAS	Jalan masuk langsung tidak ada atau terbatas (sbg. contoh, karena adanya penghalang, jalan samping dsb.)
CS	UKURAN KOTA	Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan
SF	HAMBATAN SAMPING	Dampak terhadap perilaku lalu-lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat
Simpang Bersinyal		
Type 0	ARUS BERANGKAT TERLAWAN	Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama
Type P	ARUS BERANGKAT TERLINDUNG	Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus
LT	BELOK KIRI	Indeks untuk lalu-lintas yang belok kiri
LTOR	BELOK KIRI LANGSUNG	Indeks untuk lalu-lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah
ST	LURUS	Indeks untuk lalu-lintas yang lurus
RT	BELOK KANAN	Indeks untuk lalu-lintas yang belok ke kanan
P_{RT}	RASIO BELOK KANAN	Rasio untuk lalu-lintas yang belok ke kanan
Q_0	ARUS MELAWAN	Arus lalu-lintas dalam pendekat yang berlawanan, yang berangkat dalam fase hijau yang sama
Q_{RTO}	ARUS MELAWAN, BELOK KANAN	Arus dari lalu-lintas belok kanan dari pendekat yang berlawanan (kend./jam; smp/jam)
S	ARUS JENUH	Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pen dekat selama kondisi yang ditentukan

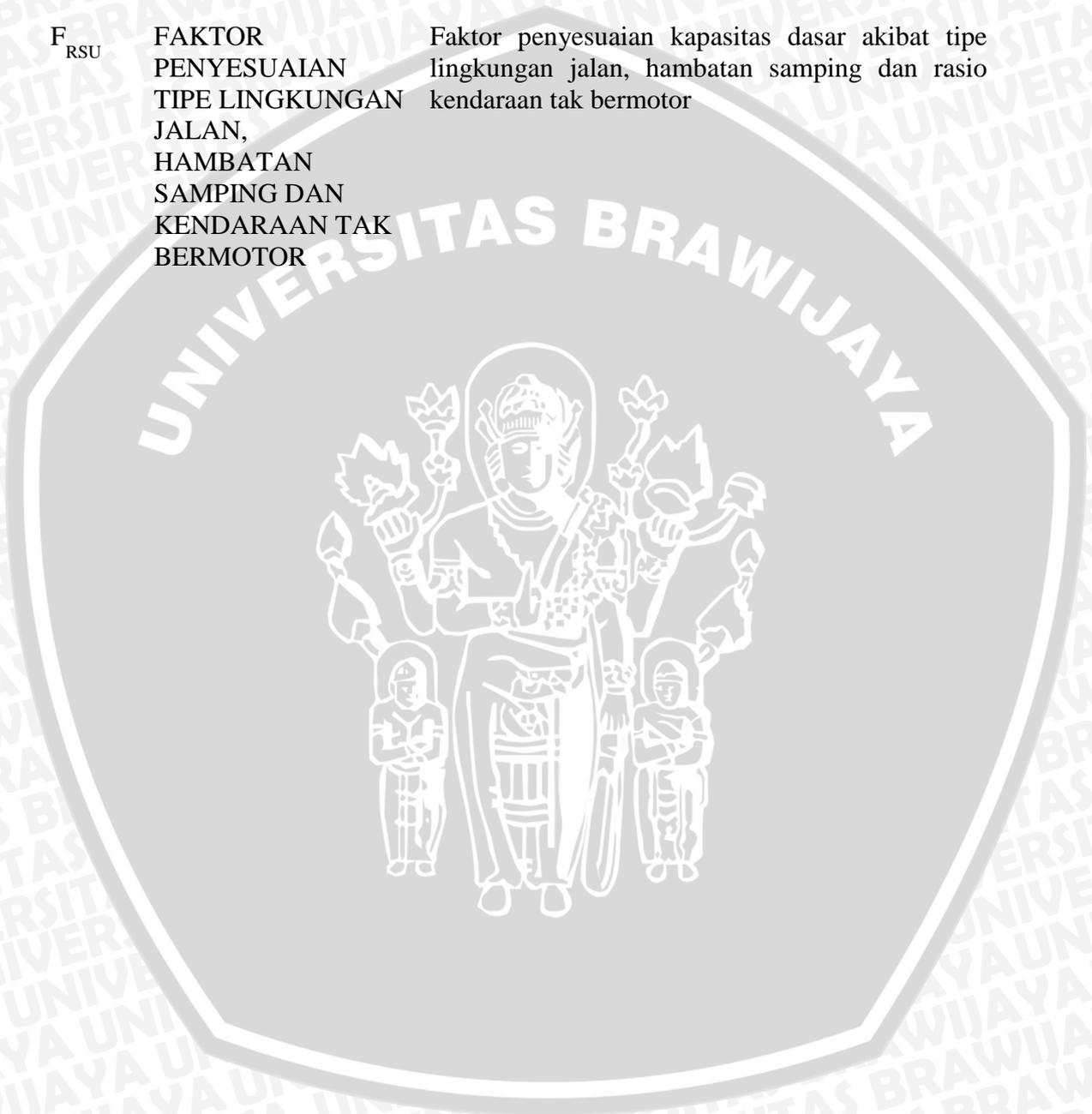
		(smp/jam hijau)
S_0	ARUS JENUH DASAR	Besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau)
FR	RASIO ARUS	Rasio arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat
IFR	RASIO ARUS SIMPANG	Jumlah dari rasio arus kritis (= tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus
PR	RASIO FASE	Rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang (sbg contoh: untuk fase i : $PR = \frac{FR_i}{IFR}$)
F	FAKTOR PENYESUAIAN	Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel
QL	PANJANG ANTRIAN	Panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m)
NQ	ANTRIAN	Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend; smp)
NS	ANGKA HENTI	Jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian)
W_e	LEBAR EFEKTIF	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A , W_{MASUK} dan W_{KELUAR} dan gerakan lalu-lintas membelok; m)
i	FASE	Bagian dari siklus-sinyal dengan lampu-hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (i = indeks untuk nomor fase)
c	WAKTU SIKLUS	Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sbg. contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama; det.)
g	WAKTU HIJAU	fuse untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.)
GR	RASIO HIJAU	dalam suatu pendekat ($GR = g/c$)
ALL RED	WAKTU MERAH SEMUA	Waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (det.)
AMBER	WAKTU KUNING	Waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (det.)

IG	ANTAR HIJAU	Periode kuning+merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det.)
LTI	WAKTU HILANG	Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan

Bagian Jalinan

	BAGIAN JALINAN BUNDARAN	Bagian jalinan pada bundaran
	BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Bagian jalinan jalan antara dua gerakan lalu-lintas yang menyatu dan memencar
	KELUAR	Daerah keluar kendaraan dari bagian jalinan. Pada bagian jalinan tunggal pendekat diberi notasi Adan D, daerah keluar B dan C searah jarum jam. Pada bundaran, pendekat diberi notasi A, B, C dan D, searah jarum jam
W_E	LEBAR MASUK RATA-RATA (m)	Lebar rata-rata pendekat ke bagian jalinan
W_W	LEBAR JALINAN (m)	Lebar efektif bagian jalinan (pada bagian tersempit). Lebar masing-masing sisi dengan banyak parkir sebaiknya dikurangi 2 m
L_W	PANJANG JALINAN (m)	Panjang jalinan efektif untuk bagian jalinan
W	JALINAN	Indeks untuk lalu-lintas yang menjalin
NW	BUKAN JALINAN	Indeks untuk lalu-lintas yang bukan jalinan
Q_{TOT}	ARUS TOTAL	Arus total kendaraan bermotor pada bagian jalinan (jalinan+Bukan jalinan) dinyatakan dalam kend/jam, smp/jam atau LHRT
Q_W	ARUS TOTAL JALINAN (smp/jam)	Arus total kendaraan bermotor yang menjalin
P_W	RASIO JALINAN	Rasio antara arus jalinan total dan arus total
Q_{UM}	ARUS KENDARAAN TAK BERMOTOR	Arus kendaraan tak bermotor total (kend/jam)
P_{UM}	RASIO KENDARAAN TAK	Rasio antara kendaraan tak bermotor dan bermotor dari seluruh kendaraan yang masuk ke

	BERMOTOR	bagian jalinan
C_o	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	Kapasitas dasar untuk geometri dan %-jalinan tertentu (biasanya dinyatakan dalam smp/jam)
F_{cs}	FAKTOR PENYESUAIAN UKURAN KOTA	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat ukuran kota
F_{RSU}	FAKTOR PENYESUAIAN TIPE LINGKUNGAN JALAN, HAMBATAN SAMPING DAN KENDARAAN TAK BERMOTOR	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor



RINGKASAN

YUSRIZAL IHZA MAHENDRA, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2014, *Kajian Lalu Lintas Di Kawasan Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran Kota Malang*, Dosen Pembimbing: Hendi Bowoputro, ST, MT dan Prof. Ir. Harnen Sulistio M.Sc, Ph.D.

Permasalahan kemacetan di pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB) disebabkan oleh antrian kendaraan yang ditimbulkan oleh *traffic light* yang letaknya berdekatan dengan pintu gerbang UB di jalan Veteran, sehingga ikut menimbulkan antrian kendaraan yang ingin masuk pintu gerbang UB. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu solusi yang tepat berupa penelitian untuk memperbaiki kinerja simpang pintu gerbang UB di Jalan Veteran supaya lebih optimal dan lebih baik lagi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pada kawasan pintu gerbang UB di jalan Veteran serta membuat rekayasa lalu lintas dengan kinerja yang lebih baik.

Survei yang dilakukan dalam penelitian ini adalah survei volume lalu lintas. Survei volume lalu lintas diperoleh secara langsung dari lapangan dengan mencatat semua jenis kendaraan pada titik-titik yang telah ditentukan. Klasifikasi kendaraan yang diamati adalah kendaraan ringan/LV (mobil penumpang/angkot, *pick up*, *taxi*, mobil pribadi), kendaraan berat/HV (truk, bus), sepeda motor dan kendaraan tak bermotor (sepeda, becak). Pelaksanaan survei dilakukan pada tanggal 13 dan 16 September 2013. Untuk tanggal 13 September 2013 dilaksanakan pada pukul 06.00-08.00, 11.00-13.00 dan 15.00-17.00. Sedangkan untuk tanggal 16 September 2013 dilaksanakan pada pukul 06.00-08.00 dan 15.00-17.00. Analisa kinerja untuk penelitian ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Untuk mengetahui tingkat pelayanan suatu simpang yang harus perlu diketahui adalah derajat kejenuhan (DS). Derajat Kejenuhan yang diperoleh pada kondisi eksisting simpang bersinyal empat kaki Jalan Sumbersari-Jalan Veteran-Jalan Bendungan Sutami-Jalan Bendungan Sigura-Gura adalah 0,46 untuk pendekat utara; 1,13 pendekat selatan; 1,24 pendekat timur dan 1,75 pendekat barat. Sehingga tingkat pelayanan pada simpang ini adalah F. Kondisi eksisting jalinan bundaran pintu gerbang UB didapatkan DS sebesar 0,81 yang berarti tingkat pelayanannya adalah D. Kondisi eksisting jalinan tunggal Jalan Veteran (depan Polteknik Negeri Malang) didapatkan DS sebesar 0,80 yang berarti tingkat pelayanannya adalah D. Perbaikan kinerja untuk simpang bersinyal empat kaki Jalan Sumbersari-Jalan Veteran-Jalan Bendungan Sutami-Jalan Bendungan Sigura-Gura adalah dengan menjadikan salah satu lengan yaitu lengan Jalan Sumbersari menjadi satu arah dan simpang bersinyal diubah menjadi simpang tak bersinyal. Derajat kejenuhan setelah diperbaiki adalah 1,31. Meskipun tingkat pelayanan masih berada di F tetapi pada kondisi ini DS mengalami penurunan. Perbaikan kinerja jalinan bundaran pintu gerbang UB adalah dengan menutup sebagian bundaran pada sisi timur dan pintu gerbang UB sisi kedokteran hanya boleh dilalui kendaraan roda empat. Dari perbaikan ini didapatkan DS 0,58 yang tingkat pelayanannya adalah C. Akibat dari perbaikan ini, kondisi jalinan tunggal Jalan Veteran mengalami peningkatan DS dari 0,80 menjadi 1,03. Untuk menurunkan nilai DS pada jalinan tunggal jalan veteran dilakukan perubahan pada lebar masuk dan lebar jalinan. Hasil derajat kejenuhan yang didapatkan setelah adanya perbaikan adalah sebesar 0,93.

Kata Kunci: Rekayasa Lalu lintas, kinerja simpang dan jalinan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia sebagai makhluk hidup akan selalu bergerak dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Di era modern seperti saat ini, jenis kebutuhan hidup manusia semakin beragam. Transportasi merupakan salah satu upaya dari seseorang untuk memenuhi kebutuhan atau melakukan suatu kegiatan yang lain (misalnya untuk tujuan belajar, bekerja, berbelanja, rekreasi, dan lain-lain). Transportasi juga merupakan salah satu komponen yang terpenting dan berfungsi sebagai urat nadi kehidupan dan perkembangan ekonomi, sosial, politik dan mobilitas penduduk khususnya di kota-kota besar, salah satunya adalah Kota Malang.

Kota Malang adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini memiliki lima kecamatan, yaitu Kecamatan Kedungkandang, Kecamatan Sukun, Kecamatan Klojen, Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Lowokwaru. Kota Malang dikenal dengan julukan kota pelajar. Sebagai kota pelajar, tidaklah mengherankan jika setiap tahun banyak mahasiswa baru yang berasal dari luar Kota Malang untuk datang dan menetap di Malang. Hal itu dikarenakan Kota Malang sendiri memiliki sejumlah universitas ternama, baik negeri maupun swasta. Salah satu universitas negeri yang populer dan memiliki lokasi strategis adalah Universitas Brawijaya (UB).

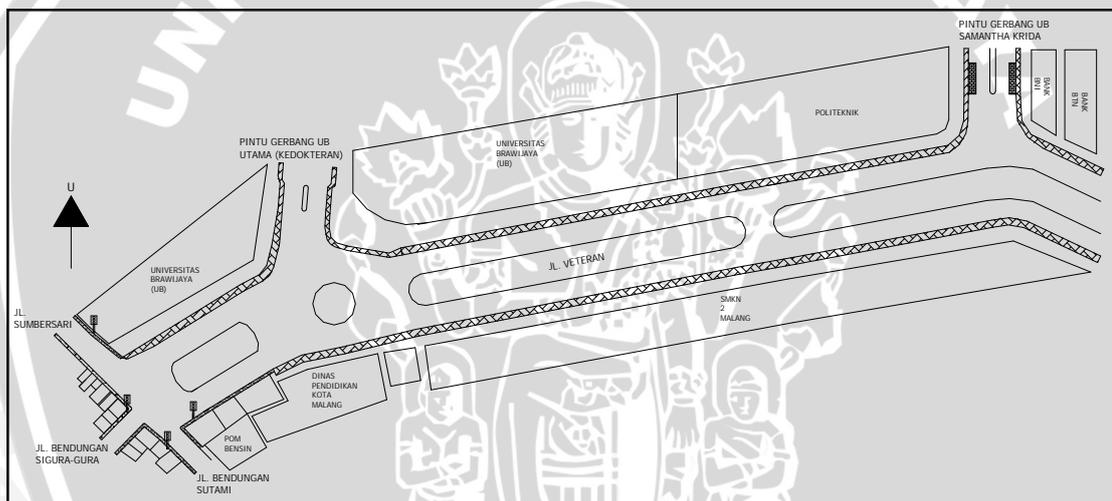
Universitas Brawijaya adalah salah satu universitas negeri yang terkemuka di Indonesia dan salah satu yang terbesar di kota Malang. Lokasinya berada di Jalan Veteran, Malang. Akibat dari perkembangan UB yang semakin pesat dari tahun ke tahun, maka akan terbentuk suatu tarikan pergerakan dan bangkitan bagi mahasiswa yang tersebar di wilayah Kota Malang menuju UB di sekitar Jalan Veteran. Hal ini memberikan pengaruh yang besar khususnya terhadap tingkat kinerja jalan yang ada saat ini, seperti timbulnya kemacetan dan ketidakteraturan lalu lintas dikarenakan volume lalu lintas yang melebihi kapasitasnya. Fenomena penumpukan lalu lintas ini sering terjadi pada jam-jam sibuk.

Pintu gerbang UB merupakan pintu masuk UB yang ternyata juga jalan penghubung antara Jalan Soekarno Hatta dengan Jalan Veteran, sehingga selain dosen, mahasiswa dan karyawan UB, banyak masyarakat umum yang juga menggunakan fasilitas pintu gerbang UB. Hal ini tentu saja akan menimbulkan kenaikan arus kendaraan pada simpang pintu gerbang UB di Jalan Veteran. Apalagi simpang sangat



potensial untuk menjadi titik pusat konflik lalu lintas yang saling bertemu, yaitu penyebab kemacetan akibat perubahan kapasitas serta tempat terjadinya kecelakaan. Padahal simpang merupakan bagian penting dari jalan perkotaan sebab sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perancangan simpang. Kemacetan di pintu gerbang UB disebabkan karena antrian kendaraan yang ingin masuk ke UB dan selain itu letaknya yang berdekatan dengan simpang bersinyal/*traffic light*.

Permasalahan simpang menjadi semakin penting untuk dianalisis karena setiap tahun penduduk semakin bertambah. Apalagi kemacetan merupakan permasalahan dalam bidang transportasi darat yang hingga kini belum ditemukan solusinya. Oleh karena itu, diperlukan kajian lalu lintas berupa penelitian ilmiah khususnya pada kawasan pintu gerbang UB di Jalan Veteran.



Gambar 1.1 Lokasi Kajian

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian diatas terlihat bahwa permasalahan kemacetan di pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB) disebabkan antrian kendaraan yang ditimbulkan oleh *traffic light* yang letaknya berdekatan dengan pintu gerbang UB di jalan Veteran, sehingga ikut menimbulkan antrian kendaraan yang ingin masuk pintu gerbang UB. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu solusi yang tepat berupa penelitian ilmiah untuk memperbaiki kinerja simpang pintu gerbang UB di Jalan Veteran supaya lebih optimal dan lebih baik lagi.

1.3 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keadaan jaringan jalan di kawasan pintu gerbang UB di Jalan Veteran saat ini.
2. Bagaimana rekomendasi rekayasa lalu lintas untuk kawasan tersebut untuk saat ini.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas dan memfokuskan lingkup pembahasan masalah, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Kajian hanya dilakukan pada kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya di Jalan Veteran, antara lain:
 - Simpang bersinyal empat lengan
Jalan Sumbersari-Jalan Veteran-Jalan Bendungan Sutami-Jalan Sigura-gura
 - Jalinan bundaran
Pintu gerbang Universitas Brawijaya sisi Kedokteran-Jalan Veteran
 - Jalinan tunggal
U-Turn antara pintu gerbang Universitas Brawijaya sisi Samantha Krida-Jalan Veteran
2. Data primer yang digunakan didasarkan pada hasil survei lapangan dan data sekunder didapat dari instansi terkait.
3. Evaluasi menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).
4. Diasumsikan jumlah kendaraan dari arah Jalan Sumbersari yang masuk persimpangan dibebankan pada kaki Jalan Veteran, Bendungan Sutami dan Bendungan Sigura-Gura berdasarkan proporsi volume kendaraan yang melintasi simpang sebesar 33,02 %; 36,39 %; dan 30,59%.

1.5 Tujuan Penelitian

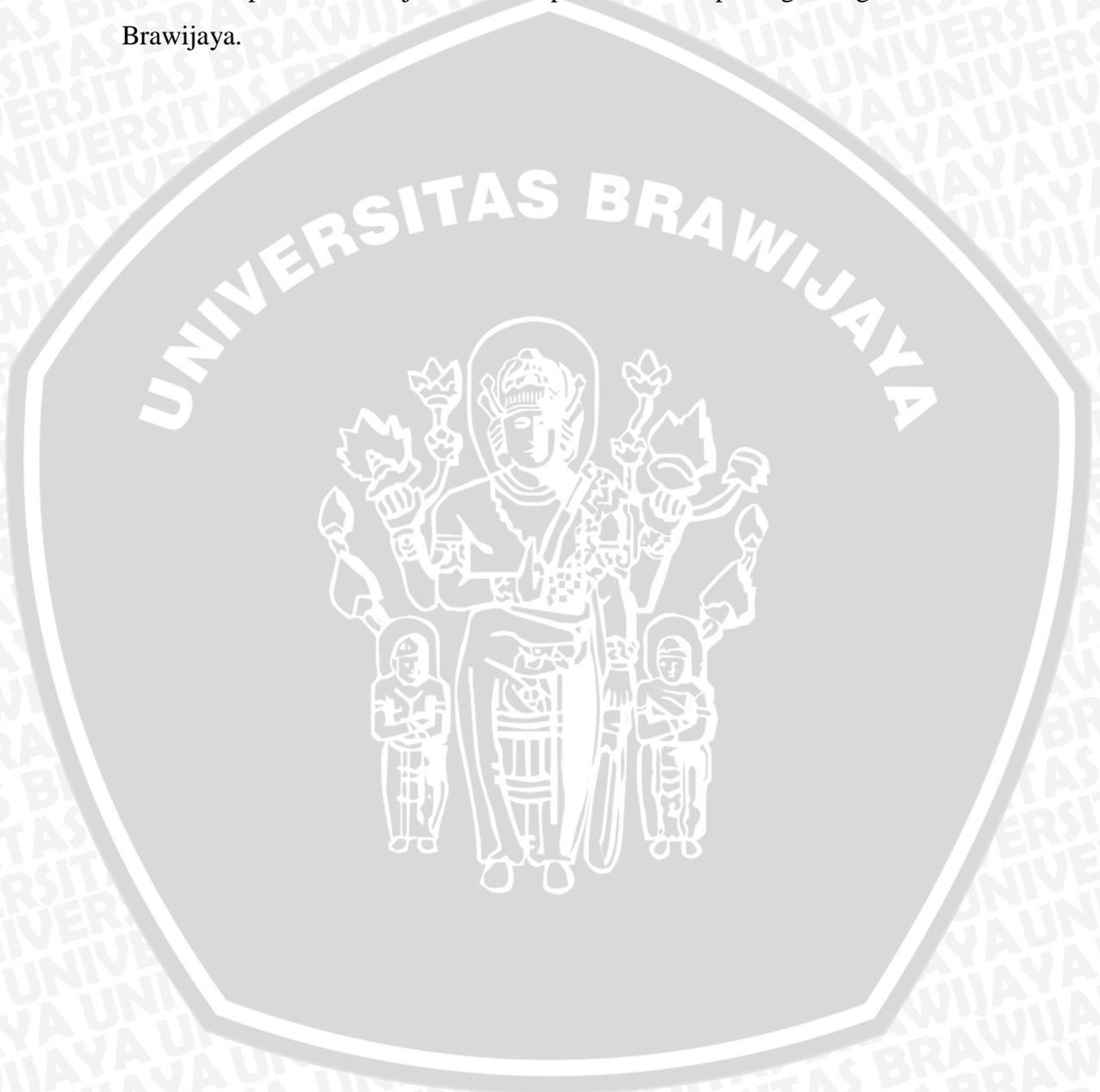
Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja jaringan jalan di kawasan pintu gerbang UB di Jalan Veteran saat ini.
2. Membuat rekayasa lalu lintas dengan kinerja yang lebih baik.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti untuk menambah wawasan dalam pengembangan ilmu akademik dan pengetahuan.
2. Bagi Pemerintahan Kota Malang dan para perencana sebagai bahan masukan untuk memperbaiki kinerja lalu lintas pada kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty, 2005:274).

Kapasitas sistem jaringan jalan perkotaan tidak saja dipengaruhi oleh kapasitas ruas jalannya tetapi juga oleh kapasitas setiap persimpangannya (baik yang diatur lampu lalu lintas maupun tidak), sehingga seberapa baiknya kinerja ruas jalan dari suatu sistem jaringan jalan apabila kinerja persimpangannya rendah maka seluruh sistem jaringan jalan tersebut akan menjadi rendah pula (O.Z. Tamin, 2000:69).

2.2 Simpang Bersinyal

Simpang-simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau 'sinyal aktuasi kendaraan' terisolir, biasanya memerlukan metoda dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya. Walau demikian masukan untuk waktu sinyal dari suatu simpang yang berdiri sendiri dapat diperoleh dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Pada umumnya 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 dan/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.

2.3 Kinerja Simpang Bersinyal

Hal – hal yang mempengaruhi kinerja lalu lintas adalah sebagai berikut:

2.3.1 Geometri

Perhitungan geometri pada umumnya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Dalam satu lengan bisa terdapat lebih dari satu pendekat. Hal ini disebabkan karena gerakan belokan ke kiri atau kanan ketika fase hijau pada suatu simpang. Untuk masing-masing pendekat lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan denah dari bagian masuk atau keluar suatu simpang dan distribusi dari gerakan membeloknya.

2.3.2 Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan per satuan 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 Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok-kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan:

Tabel 2.1 Ekivalensi Kendaraan Penumpang Untuk Tiap Pendekat

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

Sumber: MKJI (1997:2-10)

Contoh : $Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}$

2.3.3 Model Dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \quad (2-1)$$

dimana:

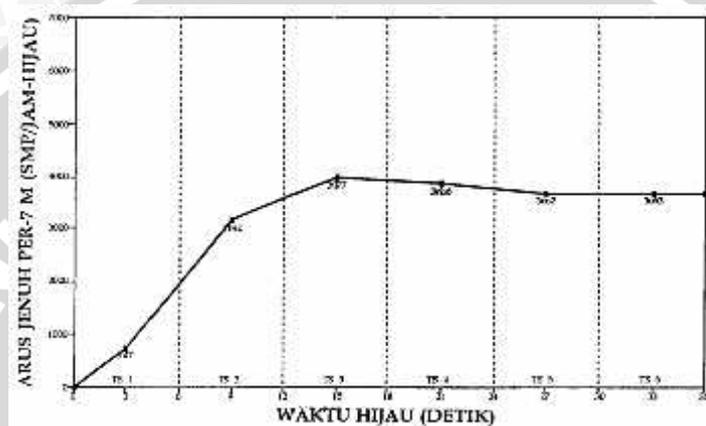
C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

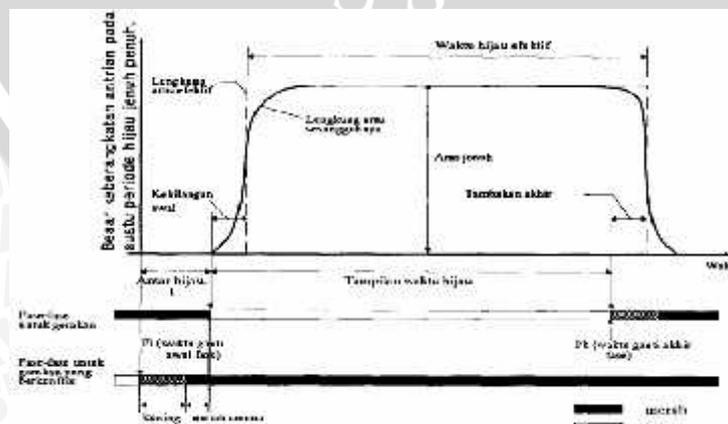
Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal dari simpang agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu-lintas lainnya. Pada rumus di atas, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai dari 0 pada awal waktu hijau dan mencapai nilai puncaknya setelah 10-15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit sampai akhir waktu hijau, lihat Gambar 2.1. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu kuning dan merah-semua hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5-10 detik setelah awal sinyal merah.



Gambar 2.1 Arus Jenuh Dasar yang Diamati Per Selang Waktu Enam Detik
 Sumber: MKJI (1997:2-11)

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai 'Kehilangan awal' dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu 'Tambahkan akhir' dari waktu hijau efektif, lihat Gambar 2.2. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai:

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{Kehilangan awal} + \text{Tambahkan akhir} \quad (2-2)$$



Gambar 2.2 Model Dasar untuk Arus Jenuh
 Sumber: MKJI (1997:2-11)



Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n \quad (2-3)$$

Untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e):

$$S_0 = 600 \times W_e \quad (2-4)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi-kondisi berikut ini:

- | | |
|---------------------|---|
| 1) Ukuran kota | CS, jutaan penduduk |
| 2) Hambatan samping | SF, kelas hambatan samping dari lingkungan jalan dan kendaraan tak Bermotor |
| 3) Kelandaian | G naik(+) atau turun (-) |
| 4) Parkir | P, jarak garis henti - kendaraan parkir pertama |
| 5) Gerakan membelok | RT, % belok-kanan
LT, % belok-kiri |

Untuk pendekatan terlawan, keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa sopir di Indonesia tidak menghormati "aturan hak jalan" dari sebelah kiri yaitu kendaraan-kendaraan belok kanan memaksa menerobos lalu lintas lurus yang berlawanan. Model-model dari negara Barat tentang keberangkatan ini, yang didasarkan pada teori "penerimaan celah" (*gap - acceptance*), tidak dapat diterapkan. Suatu model penjelasan yang didasarkan pada pengamatan perilaku pengemudi telah dikembangkan dan diterapkan dalam manual ini. Apabila terdapat gerakan belok kanan dengan rasio tinggi, umumnya menghasilkan kapasitas-kapasitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan model Barat yang sesuai. Nilai-nilai smp yang berbeda untuk pendekatan terlawan juga digunakan seperti diuraikan diatas.

Arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekatan tersebut dan juga pada pendekatan yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor-faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan Ukuran kota, Hambatan samping, Kelandaian dan Parkir.

2.3.4 Penentuan Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g_i) pada masing-masing fase (i).

a. Waktu siklus

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - FR_{crit}) \quad (2-5)$$

dimana:

- C = Waktu siklus sinyal (detik)
 LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
 FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)
 FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal
 $E (FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada risiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $E (FR_{crit})$ mendekati atau lebih dari 1 maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif.

b. Waktu hijau

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / L(FR_{crit}) \quad (2-6)$$

dimana:

- g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecilpun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus (2-5 dan 2-6) diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

2.3.5 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat, lihat rumus (2-1) di atas. Derajat kejenuhan diperoleh sebagai:

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \quad (2-7)$$

2.3.6 Perilaku Lalu Lintas (Kualitas Lalu Lintas)

Berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu-lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana diuraikan di bawah:

a. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2-8)$$

Dengan:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (2-8.1)$$

jika $DS > 0,5$; selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (2-8.2)$$

dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau ($S \times GR$)

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Untuk keperluan perencanaan, Manual memungkinkan untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketingkat peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{max} \times \frac{20}{W_{MASUK}} \quad (2-9)$$

b. Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung sebagai berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Qxc} \times 3600 \quad (2-10)$$

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q arus lalu lintas(smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

c. Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti (P_{SV}), yaitu rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, i dihitung sebagai:

$$P_{SV} = \min(NS, 1) \quad (2-11)$$

Dimana NS adalah angka henti dan suatu pendekat.

d. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal:

- TUNDAAN LALU LINTAS (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
- TUNDAAN GEOMETRI (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (2-12)$$

Dimana:

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (2-13)$$

Dimana:

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
(Rumus 2-8.1)

Perhatikan bahwa hasil perhitungan tidak berlaku jika kapasitas simpang dipengaruhi oleh faktor-faktor "luar" seperti terhalangnya jalan keluar akibat kemacetan pada bagian hilir, pengaturan oleh polisi secara manual dsb. Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$DG_j = (1-psv) \times PT \times 6 + (psv \times 4) \quad (2-14)$$

Dimana:

DG_j = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

Psv = Rasio kendaraan berhenti pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan belok tidak berhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan: 1) kecepatan = 40 km/jam; 2) kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam; 3) percepatan dan perlambatan = 1,5 m/det²; 4) kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan.

2.4 Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal berlegan tiga dan empat, yang secara formal dikendalikan oleh aturan dasar lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada kendaraan dari kiri.

Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas dengan metoda yang diuraikan sebagai berikut:

- a. Kapasitas
- b. Derajat kejenuhan
- c. Tundaan
- d. Peluang antrian

Karena metoda yang diuraikan dalam manual ini berdasarkan empiris, hasilnya sebaiknya selalu diperiksa dengan penilaian teknik lalu lintas yang baik. Hal ini sangat penting khususnya apabila metoda digunakan di luar batas nilai variasi dari variabel dalam data empiris. Batas nilai ini ditunjukkan pada Tabel 2.2. Penggunaan data tersebut akan menyebabkan kesalahan perkiraan kapasitas yang biasanya kurang dari $\pm 20\%$.

Tabel 2.2 Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan
(berdasarkan perhitungan dalam kendaraan)

Variabel	4-lengan			3-lengan		
	Min.	Rata-2	Maks.	Min.	Rata-2	Maks.
Lebar masuk	3,5	5,4	9,1	3,5	4,9	7,0
Rasio belok-kiri	0,10	0,17	0,29	0,06	0,26	0,50
Rasio belok-kanan	0,00	0,13	0,26	0,09	0,29	0,51
Rasio arus jalan simpang	0,27	0,38	0,50	0,15	0,29	0,41
%-kend ringan	29	56	75	34	56	78
%-kend berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54
Rasio kend tak bermotor	0,01	0,08	0,22	0,01	0,07	0,25

Sumber: MKJI (1997:3-3)

Metoda ini menganggap bahwa simpang jalan berpotongan tegak lurus dan terletak pada alinyemen datar dan berlaku untuk derajat kejenuhan kurang dari 0,8 - 0,9. Pada kebutuhan lalu lintas yang lebih tinggi perilaku lalu lintas menjadi lebih agresif dan ada risiko tinggi bahwa simpang tersebut akan terhalang oleh para pengemudi yang berebut ruang terbatas pada daerah konflik.

Metoda ini diturunkan dari lokasi-lokasi, yang mempunyai perilaku lalu lintas Indonesia yang diamati pada simpang tak bersinyal. Apabila perilaku ini berubah, misalnya karena pemasangan dan pelaksanaan rambu lalu lintas BERHENTI atau BERI JALAN pada simpang tak bersinyal, atau melalui penegakan aturan hak jalan lebih dulu dari kiri (undang-undang lalu lintas yang ada), maka metoda ini akan menjadi kurang sesuai.

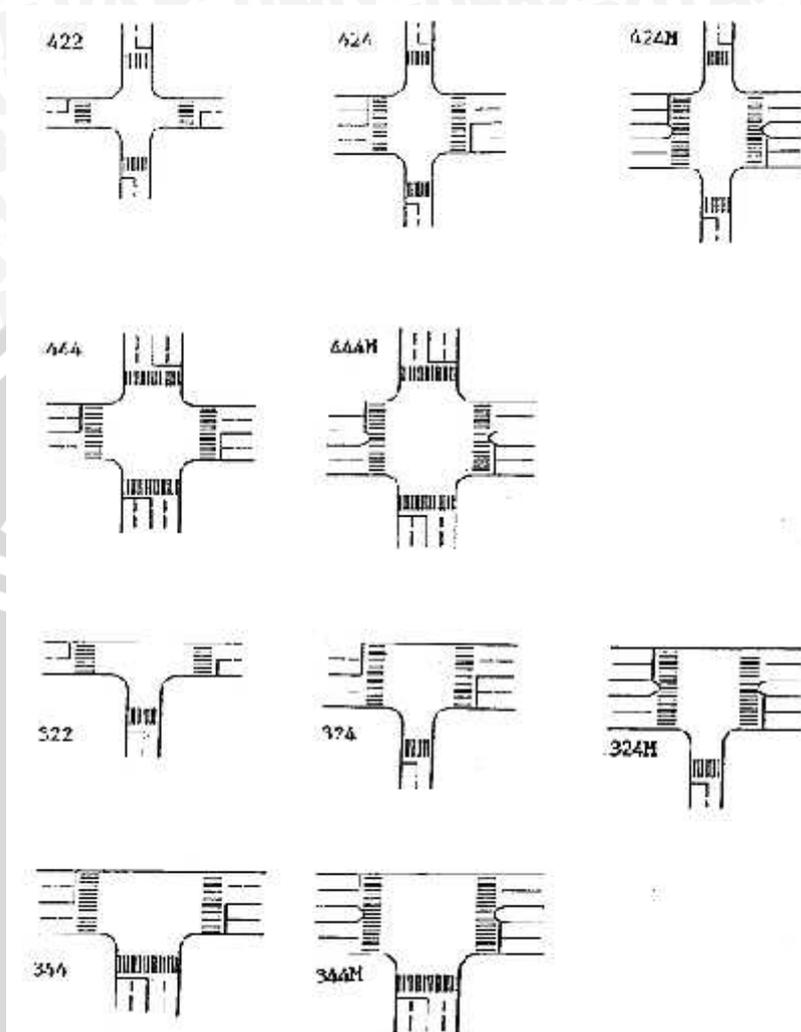
Tipe Simping/*Intersecition Type* (IT) ditentukan dengan banyaknya lengan simpang, banyaknya lajur serta ada atau tidak adanya median. Ilustrasi tipe simpang dapat dilihat Gambar 2.3 dan keterangan tipe simpang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Definisi Tipe Simping

Kode Tipe	Pendekat Jalan Utama		Pendekat Jalan Minor	Kode Tipe	Pendekat Jalan Utama		Pendekat Jalan Minor
	Jumlah Lajur	Median			Jumlah Lajur	Median	
422	1	T	1	322	1	T	1
424	2	T	1	324	2	T	1

424M	2	Y	1	324M	2	Y	1
444	2	T	2	344	2	T	2
444M	2	Y	2	344M	2	Y	2

Sumber: MKJI (1997:3-15)



Gambar 2.3 Ilustrasi Tipe Simpang Tak Bersinyal

Sumber: MKJI (1997:3-14)

2.5 Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), ukuran-ukuran kinerja simpang tak bersinyal yang dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas adalah sebagai berikut:

2.5.1 Kapasitas

Menurut MKJI (1997), kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu, biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam. Kapasitas total untuk seluruh lengan

simpang didapatkan dari hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor penyesuaian (F). Rumusan kapasitas simpang dituliskan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (2-15)$$

dengan:

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar

F_W = Faktor penyesuaian lebar masuk

F_M = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Lebar pendekat, tipe simpang, kapasitas dasar serta faktor-faktor penyesuaian akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Lebar pendekat dan tipe simpang

Lebar pendekat rata-rata untuk jalan simpang dan jalan utama dapat dihitung menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$W_{AC} = (W_A + W_C) / 2 \quad (2-16)$$

$$W_{BD} = (W_B + W_D) / 2 \quad (2-17)$$

Lebar pendekat rata-rata untuk seluruh simpang adalah:

$$W_1 = (W_A + W_C + W_B + W_D) / \text{Jumlah lengan simpang} \quad (2-18)$$

Jika $A = 0$, maka rumusan lebar pendekta rata-rata sebagai berikut:

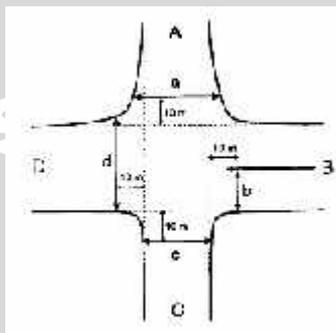
$$W_1 = (W_B + W_C + W_D) / \text{Jumlah lengan simpang} \quad (2-19)$$

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan untuk jalan minor dan jalan utama dari Gambar 2.4.

Tabel 2.4 Tabel Lebar Pendekat dan Jumlah Lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama WAC, WBD	Jumlah Lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b + d/2) / 2 < 5,5$	2
5,5	4
$W_{AC} = (a/2 + c/2) / 2 < 5,5$	2
5,5	4

Sumber: MKJI (1997:3-32)

**Gambar 2.4** Gambar Lebar Rata-Rata Pendekat

Sumber: MKJI (1997:32)

Tipe simpang/*Intersection Type* (IT) ditentukan banyaknya lengan simpang dan banyaknya lajur pada jalan utama dan jalan minor di simpang tersebut dengan kode tiga angka, lihat Tabel 2.5. Jumlah lengan adalah banyaknya lengan dengan lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

Tabel 2.5 Kode Tipe Simpang (IT)

Kode IT	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: MKJI (1997:32)

b. Kapasitas dasar

Kapasitas dasar (C_0) adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar), dinyatakan dalam smp/jam. Nilai kapasitas dasar ditentukan dari Tabel 2.6.

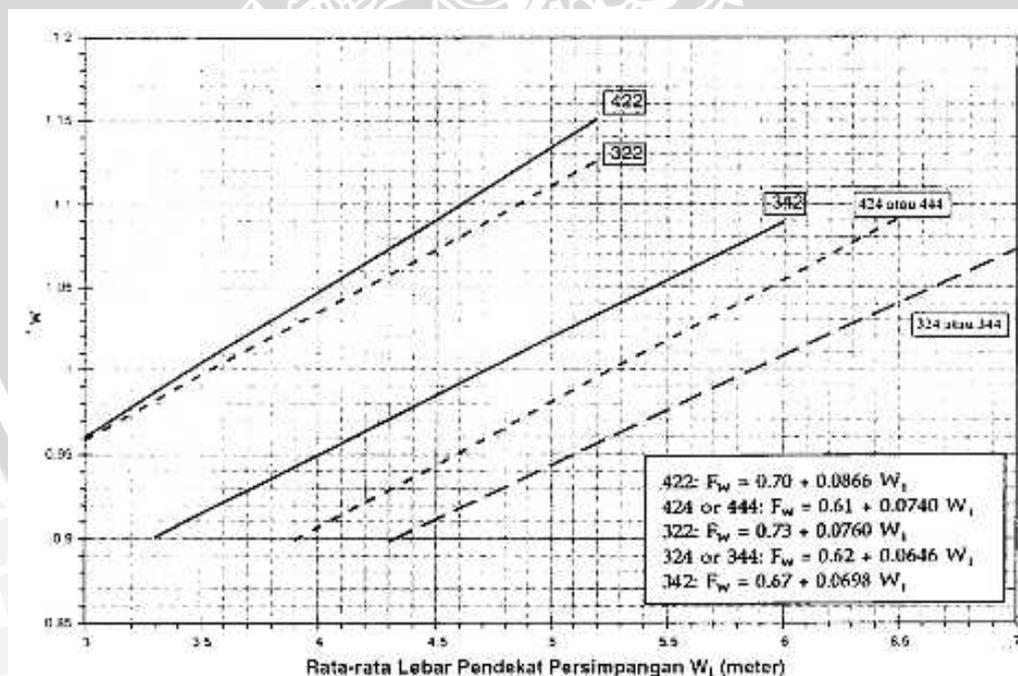
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

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

Sumber: MKJI (1997:3-33)

c. Faktor penyesuaian lebar pendekat

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) adalah Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. Penyesuaian lebar pendekat (F_w), diperoleh dari Gambar 2.5. Variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekat W dan tipe simpang IT. Batas-nilai yang diberikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.

**Gambar 2.5** Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Sumber: MKJI (1997:3-33)

d. Faktor penyesuaian median jalan utama

Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. Faktor ini diperoleh dengan menggunakan Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

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

Sumber: MKJI (1997:3-34)

e. Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota. Faktor ini ditentukan dari Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

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

Sumber: MKJI (1997:3-34)

f. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor. Faktor ini dihitung dengan menggunakan Tabel 2.9. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping SF dan rasio kendaraan tak bermotor UM/MV.

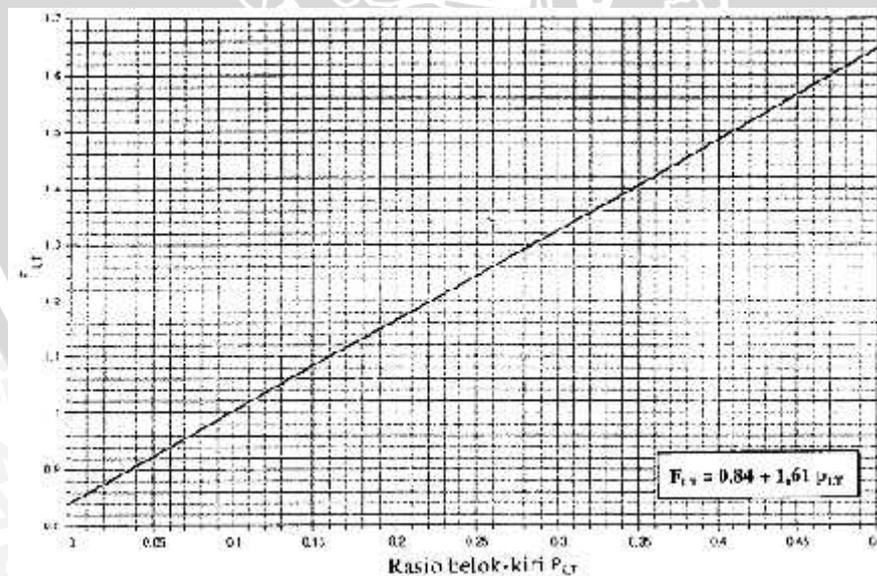
Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Sampung dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan Sampung	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (p_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: MKJI (1997:3-35)

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

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) adalah Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kiri. Faktor ini ditentukan dari Gambar 2.6. Variabel masukan adalah belok kiri. Batas nilai masukan yang diberikan untuk variabel ini adalah rentang dasar empiris dari manual.

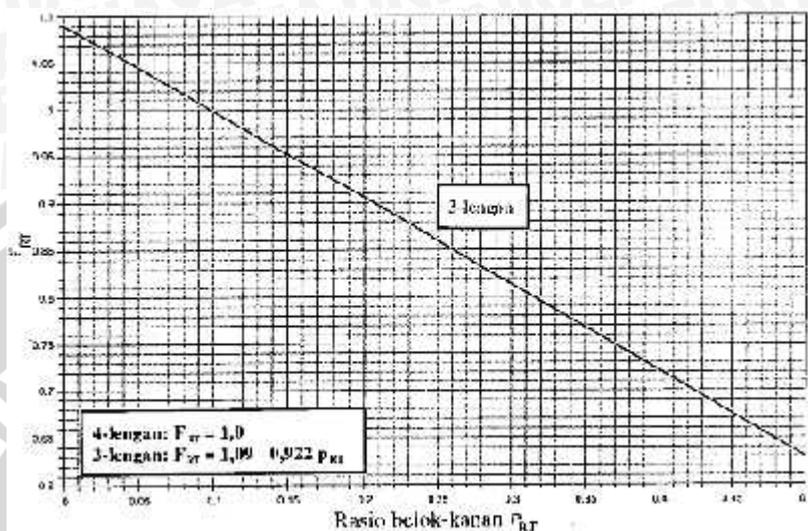


Gambar 2.6 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Sumber: MKJI (1997:3-36)

h. Faktor penyesuaian belok kanan

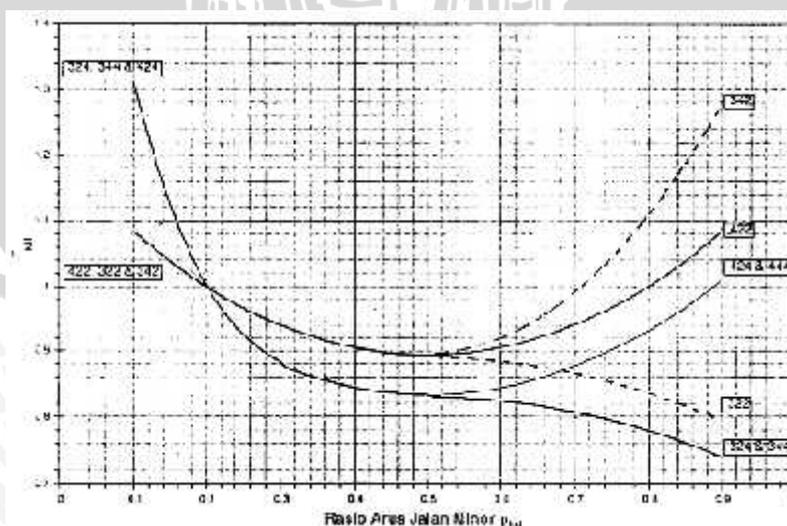
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kanan. Faktor ini ditentukan dari Gambar 2.7. Batas nilai masukan yang diberikan untuk variabel ini adalah rentang dasar empiris dari manual. Untuk simpang empat lengan $F_{RT} = 1,0$.



Gambar 2.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})
Sumber: MKJI (1997:3-37)

i. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor. Faktor ini ditentukan dari Gambar 2.8. Variabel masukan ini adalah rasio arus jalan minor dan tipe simpang. Batas nilai yang diberikan untuk variabel ini pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})
Sumber: MKJI (1997:3-38)

2.5.2 Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI (1997), derajat kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam). Rumusan derajat kejenuhan dituliskan sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \quad (2-20)$$

dengan:

DS = Derajat kejenuhan

Q_{smp} = Arus total (smp/jam), dihitung sebagai berikut:

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

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = (\text{emp}_{LV} \times LV\% + \text{emp}_{HV} \times HV\% + \text{emp}_{MC} \times MC\%) / 100$$

dimana emp_{LV} , LV%, emp_{HV} , HV%, emp_{MC} dan MC% adalah emp dan komposisi lalu lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor

C = Kapasitas (smp/jam)

2.5.3 Tundaan (D)

Menurut MKJI (1997), tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab:

- Tundaan lalu-lintas (DT), akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
- Tundaan geometrik (DG), akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak terganggu.

Tundaan di persimpangan adalah total waktu tambahan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu persimpangan (Tamin. O.Z, 2000:543). Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh. Macam-macam tundaan secara rinci akan dijelaskan sebagai berikut:

- Tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh simpang (DT_I)

Tundaan lalu lintas rata-rata DT_I (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang. Tundaan DT_I ditentukan dari hubungan empiris antara DT_I dan DS.

Untuk DS 0,6, maka:

$$DT_I = 2 + (8,2078 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \quad (2-21)$$

Untuk $DS > 0,6$, maka:

$$DT_I = 1,054 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \quad (2-22)$$

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

Tundaan lalu lintas rata-rata untuk jalan utama merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan utama. Tundaan DT_{MA} ditentukan dari hubungan empiris antara DT_{MA} dan DS .

Untuk $DS \leq 0,6$:

$$DT_{MA} = 1,8 + (5,8234 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \quad (2-23)$$

Untuk $DS > 0,6$:

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,264 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \quad (2-24)$$

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

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata (DT_I) dan tundaan lalu lintas rata-rata jalan utama (DT_{MA}).

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad (2-25)$$

dimana:

Q_{smp} = Arus total sesungguhnya (smp/jam),

Q_{MA} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan utama (smp/jam)

Q_{MI} = Jumlah kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan minor (smp/jam)

d. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk di simpang. DG dihitung dari rumus berikut:

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \quad (2-26)$$

Untuk $DS \geq 1,0$:

$$DG = 4 \text{ detik/smp} \quad (2-27)$$

dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

P_T = Rasio belok total

e. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dinyatakan dalam det/smp. Tundaan ini dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = DG + Dti \quad (2-28)$$

2.5.4 Peluang Antrian (QP%)

Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian (QP%) dan derajat kejenuhan (DS). Peluang antrian dengan batas atas dan batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Batas atas: } QP\% = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \quad (2-29)$$

$$\text{Batas bawah: } QP\% = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \quad (2-30)$$

2.6 Jalinan

Bagian jalinan dikendalikan dengan aturan lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe utama yaitu bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Bundaran dianggap sebagai jalinan yang berurutan. Ukuran kinerja pada bagian jalinan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Ukuran Kinerja Bagian Jalinan

Ukuran Kinerja	Tipe Bagian Jalinan	
	Tunggal	Bundaran
Kapasitas	Ya	Ya
Derajat kejenuhan	Ya	Ya
Tundaan	Tidak	Ya
Peluang antri	Tidak	Ya
Kecepatan tempuh	Ya	Tidak
Waktu tempuh	Ya	Tidak

Sumber: MKJI(1997:4-2)

2.7 Kinerja Bagian Jalinan

2.7.1 Kapasitas

Menurut MKJI (1997), kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Rumusan kapasitas bagian jalinan menurut MKJI (1997:4-8) adalah sebagai berikut:

$$C = 135 \times W_w^{1,3} \times (1+W_E/W_w)^{1,5} \times (1-p_w/3)^{0,5} \times (1+W_w/L_w)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (2-31)$$

Variabel masukan ke dalam model untuk menentukan kapasitas (smp/jam) adalah sebagai berikut:

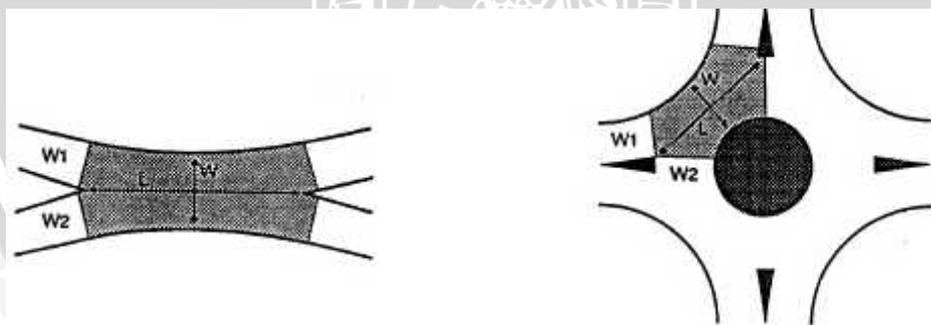
Tabel 2.11 Ringkasan Variabel Masukan Untuk Model Kapasitas Pada Bagian Jalinan

Tiper Variabel	Variabel dan Nama Masukan	Faktor Model
Geometri	Lebar masuk rata-rata	W_E
	Lebar jalinan	W_W
	Panjang jalinan	L_W
	Lebar/panjang	W_W/L_W
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS
	Tipe lingkungan jalan	RE
	Hambatan samping	SF
	Rasio kend. tak bermotor	P_{UM}
Lalu lintas	Rasio jalinan	P_W
		F_{RSU}

Sumber: MKJI (1997:4-8)

Lebar jalinan, lebar masuk rata-rata, rasio jalinan, panjang jalinan, faktor penyesuaian ukuran kota dan faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor akan dijelaskan dibawah ini:

- Lebar pendekat (W_1 , W_2), lebar masuk rata-rata (W_E), lebar jalinan (W_W) dan panjang jalinan (L_W)



Gambar 2.9 Bagian Jalinan Tunggal (kiri) dan Bundaran (kanan)

Sumber: MKJI (1997:4-26)

Lebar masuk rata-rata dapat dihitung menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$W_E = (W_1 + W_2) / 2$$

jika $W_1 > W$, $W_1 = W$ dan jika $W_2 > W$, $W_2 = W$. Dimana W_1 dan W_2 dapat dilihat pada Gambar 2.9.

- Untuk menentukan faktor $W_W = 135 W_W^{1,3}$
- Untuk menentukan faktor $W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5}$

- Untuk menentukan faktor $P_w = (1 - P_w/3)^{0,5}$
- Untuk menentukan faktor $W_w/L_w = (1 + W_w/L_w)^{-1,8}$

b. Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat ukuran kota.

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

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

Sumber: MKJI (1997:4-34)

c. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

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

Sumber: MKJI (1997:4-34)

2.7.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam). Rumus derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \quad (2-32)$$

dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q_{smp} = Arus total (smp/jam), dihitung sebagai berikut:

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

F_{smp} merupakan faktor ekivalen mobil penumpang

$$F_{smp} = LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC} / 100$$

C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalanan yang tertinggi

2.7.3 Tundaan Pada Bagian Jalanan Bundaran

Tundaan pada bagian jalanan dapat terjadi karena dua sebab:

- Tundaan lalu lintas (DT), tundaan ini terjadi akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan.
- Tundaan geometrik (DG), tundaan ini terjadi akibat perlambatan dan percepatan lalu-lintas.

Tundaan secara rinci akan dijelaskan sebagai berikut:

- Tundaan lalu lintas bagian jalanan

Tundaan lalu lintas bagian jalanan (DT) adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalanan. Tundaan ini ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dengan derajat kejenuhan.

Untuk DS $\leq 0,6$, maka:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1 - DS) \times 2 \quad (2-33)$$

Untuk DS $> 0,6$, maka:

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \quad (2-34)$$

- Tundaan lalu lintas bundaran

Tundaan lalu lintas bundaran (DT_R) adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk ke dalam bundaran. Rumusnya sebagai berikut:

$$DT_R = (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk}; i = 1 \dots n \quad (2-35)$$

dimana:

- i = bagian jalinan i dalam bundaran
- n = jumlah bagian jalinan pada bundaran
- Q_i = arus total pada bagian jalinan i (smp/jam)
- D_{t_i} = tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)
- Q_{masuk} = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

c. Tundaan bundaran

Tundaan bundaran (D_R) adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran, dinyatakan dalam det/smp. D_R dihitung sebagai berikut:

$$D_R = D_{T_R} + 4 \quad (2-36)$$

2.7.4 Peluang Antrian Pada Bagian Jalinan Bundaran

Peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan. Peluang antrian dengan batas atas dan batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (MKJI 1997):

$$\text{Batas atas} : QP = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3 \quad (2-37)$$

$$\text{Batas bawah} : QP = 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619} \quad (2-38)$$

2.7.5 Kecepatan Tempuh Pada Bagian Jalinan Tunggal

Kecepatan tempuh dihitung dalam dua langkah sebagai berikut:

a. Perkiraan arus kecepatan bebas

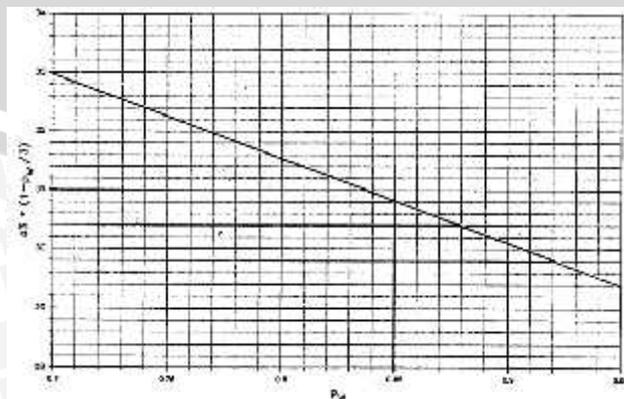
Kecepatan arus bebas ditentukan dari persamaan berikut:

$$V_0 = 43 \times (1 - P_W/3) \quad (2-39)$$

Dimana:

P_W = rasio arus jalinan/arus total

Kecepatan arus bebas didapatkan dari Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Faktor $P_W = 43 \times (1 - P_W/3)$

Sumber: MKJI (1997:4-40)

b. Perkiraan Kecepatan Tempuh

Kecepatan tempuh (V) ditentukan dari persamaan berikut:

$$V = V_0 \times 0,5(1 + (1 - DS)^{0,5}) \quad (2-40)$$

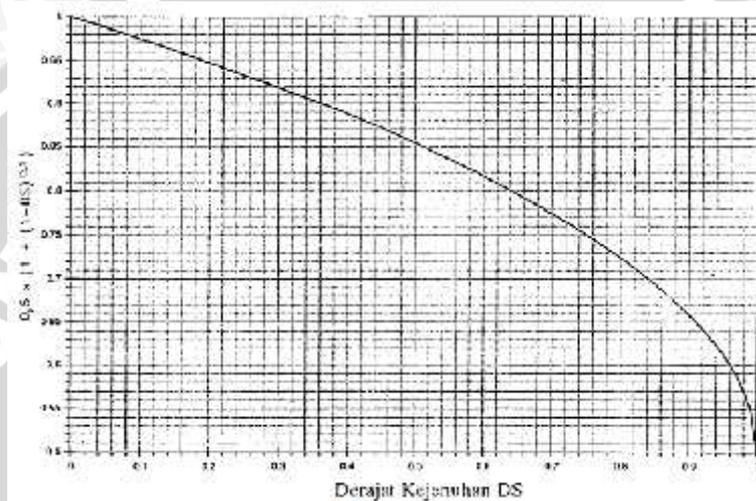
Dimana:

V_0 = kecepatan arus bebas (km/jam)

DS = derajat kejenuhan

Faktor DS = $0,5(1 + (1 - DS)^{0,5})$ didapatkan dengan bantuan Gambar

2.11.



Gambar 2.11 Faktor DS = $0,5(1 + (1 - DS)^{0,5})$

Sumber: MKJI (1997:4-42)

2.7.6 Waktu Tempuh Pada Bagian Jalinan Tunggal

Waktu tempuh bagian jalinan tunggal (TT) dihitung dengan rumus berikut menggunakan kecepatan tempuh dan panjang jalinan sebagai masukan.

$$T_T = L_W \times 3,6/V \quad (2-41)$$

Dimana:

L_W = panjang jalinan

V = kecepatan tempuh

2.8 Tingkat Pelayanan

Indikator yang mencakup gabungan beberapa parameter, baik secara kuantitatif maupun kualitatif, dari ruas jalan dan persimpangan. Penentuan tingkat pelayanan ini akan disesuaikan dengan kondisi arus lalulintas yang ada di Indonesia. Secara umum tingkat pelayanan dapat dibedakan sebagai berikut ini:

a. Indeks Tingkat Pelayanan A

Kondisi arus lalulintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.

b. Indeks Tingkat Pelayanan B

Kondisi arus lalulintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.

c. Indeks Tingkat Pelayanan C

Kondisi arus lalulintas masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.

d. Indeks Tingkat Pelayanan D

Kondisi arus lalulintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul, dan kebebasan bergerak relatif kecil.

e. Indeks Tingkat Pelayanan E

Volume lalulintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalulintas kadang terhambat.

f. Indeks Tingkat Pelayanan F

Pada tingkat pelayanan ini arus lalulintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalulintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang (Tamin, 2000:542).

Tabel 2.14 Tingkat Pelayanan Berdasarkan Tingkat Kejenuhan Lalu Lintas

Tingkat Pelayanan	Tingkat Kejenuhan Lalu Lintas
A	0,35
B	0,54
C	0,77
D	0,93
E	1,0
F	>1

Sumber: Tamin (1998:543)

2.9 Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah suatu proses pengaturan dan penggunaan sistem jalan raya yang sudah ada dengan tujuan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu tanpa perlu penambahan/pembuatan infrastruktur baru (Alamsyah, 2008:217).

Manajemen lalu lintas umumnya diterapkan untuk kota-kota dimana kemacetan lalu lintas menjadi ciri utamanya. Karena sifatnya yang mengoptimalkan jaringan fasilitas transportasi yang ada, maka tujuan manajemen transportasi dapat dibagi ke dalam 5 golongan, yakni:

- a. Mempertahankan atau mempertinggi kualitas jasa pelayanan transportasi yang ada
- b. Mempertinggi efisiensi sistem transportasi yang ada
- c. Menekan biaya dari usaha memperbaiki kualitas dan efisiensi sistem transportasi yang ada
- d. Meminimalkan dampak lingkungan dari adanya jasa dan fasilitas transportasi yang ada
- e. Mempromosikan dampak sosial dan ekonomi yang positif dan mengurangi dampak yang negatif dari sistem dan fasilitas yang ada (Tri Tjahjono, 1995).

Tujuan manajemen transportasi di atas masih bersifat global dan memerlukan perincian sasaran dari tiap-tiap tujuan yang bersifat lebih teknis. Beberapa sasaran dalam tiap tujuannya sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

- a. Mempertinggi kualitas jasa pelayanan transportasi yang ada dapat dicapai dengan sasaran-sasaran sebagai berikut :
 - Memperpendek waktu tempuh pergerakan orang dan barang
 - Mengurangi biaya tempuh pergerakan orang dan barang
 - Mempertinggi keselamatan pergerakan orang dan barang
 - Mempertinggi keamanan pergerakan orang dan barang
 - Memperbaiki kenyamanan dan kemudahan dari fasilitas transportasi yang ada
 - Memperbaiki keandalan fasilitas transportasi yang ada
- b. Mempertinggi efisiensi sistem transportasi yang ada dapat dicapai dengan sasaran-sasaran sebagai berikut:
 - Mengurangi pemakaian mobil pribadi
 - Mempertinggi pemakaian kendaraan umum (bus kota, kereta api, paratransit)

- Mempertinggi pemakaian sepeda dan pejalan kaki
- Mempertinggi kapasitas fasilitas transportasi untuk pergerakan orang untuk melayani tuntutan yang ada
- Meningkatkan produktivitas dari sistem transportasi
- c. Menekan biaya dari usaha memperbaiki kualitas dan efisiensi dari fasilitas sistem transportasi yang ada dapat dilakukan dengan sasaran-sasaran:
 - Menekan biaya kapital
 - Menekan biaya operasi dan defisit dari sistem yang sedang berjalan
- d. Dampak lingkungan yang negatif dapat ditekan dengan sasaran-sasaran:
 - Mengurangi kebisingan dan vibrasi
 - Mengurangi dampak negatif terhadap kualitas udara
 - Mengurangi pemakaian energi bahan bakar
- e. Dampak sosial dan ekonomi dari adanya fasilitas dan jasa pelayanan transportasi dapat dikurangi dengan sasaran-sasaran sebagai berikut:
 - Pemberian pelayanan transportasi khusus bagi golongan masyarakat yang kurang beruntung seperti para penderita cacat, orang tua, anak sekolah, dll.
 - Mempromosikan dampak ekonomi yang positif dan mengurangi dampak yang negatif dari perbaikan sistem transportasi
 - Distribusi pelayanan dan biaya transportasi yang lebih merata dan adil
 - Mengurangi pengrusakan dan pembebasan tanah, tempat tinggal, dan utilitas publik lainnya (Tri Tjahjono,1995).

2.9.1 Bentuk-Bentuk Tindakan Dalam Manajemen Lalu Lintas

Bentuk-bentuk tindakan dalam manajemen lalu lintas adalah sebagai berikut:

- a. Tindakan untuk melancarkan lalu lintas kendaraan
 - Peningkatan kapasitas:
 - Pada persimpangan, koordinasi persimpangan.
 - Pada jaringan jalan.
 - Pada jalan-jalan utama.

Instrumen yang dapat dilakukan antara lain: sistem satu arah (SSA), larangan belok kanan pada persimpangan, pengendalian belokan berputar (*U-turn*), pengendalian jalan akses, pemasangan sinyal lampu lalu lintas di persimpangan, koordinasi sinyal-sinyal lampu lalu lintas.

- b. Tindakan untuk meningkatkan pergerakan manusia
 - Tindakan melakukan prioritas pada bus/angkutan umum.
 - Tindakan pada pejalan kaki dan sepeda.

Instrumen-instrumen yang dapat dilakukan antara lain: lajur khusus bus (LKB) dapat searah arus maupun berlawanan arus, jalur khusus untuk sepeda dan jalan khusus untuk para pejalan kaki.

- c. Tindakan untuk mengendalikan permintaan
 - Tindakan pengendalian parkir.
 - Tindakan melakukan kekang lalu lintas secara fisik, fiscal.
 - Pengaturan rute.

Instrumen-instrumen yang dapat dilakukan antara lain: kawasan pembatasan lalu lintas (KPL), *road pricing*.

- d. Tindakan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas
 - Tindakan pembatasan kecepatan.
 - Tindakan dengan pengarahan positif (*positive guidance*).
- e. Tindakan untuk melindungi lingkungan
 - Manajemen lingkungan lalu lintas.
 - Tindakan untuk mengatur rute truk dan larangan truk (Tri Tjahjono, 1995).

2.9.2 Jenis-Jenis Manajemen Lalu Lintas

Dari tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk memajemen lalu lintas di atas, berikut adalah beberapa jenis manajemen lalu lintas yang biasa digunakan dalam mengatasi permasalahan lalu lintas yang ada.

- a. Jalan Satu Arah

Suatu guna tanah biasanya dilayani oleh lalu lintas yang mendekati dari semua jurusan, sehingga bila merancang jalur satu arah diperlukan jalan-jalan pelengkap dengan frekuensi jalan-jalan sambungan yang tepat. Tata letak jenis kotak catur (*grid-tran*) adalah ideal, karena memungkinkan adanya pasangan jalan dengan kapasitas yang sama. Titik-titik pemberhentian pada jalan satu arah merupakan tempat-tempat kritis yang memerlukan perancangan yang hati-hati untuk menangani tempat-tempat konflik yang ditimbulkan oleh tuntutan adanya belokan-belokan tambahan. Pada tempat-tempat dengan arus lalu lintas, jalan simpang dengan satu arah akan menguntungkan. Sistem yang panjang, dengan pemisah kurang dari 500 meter antara pasangan jalan, mengurangi jumlah kilometer perjalanan yang

dilakukan pada jaringan jalan. Sistem satu arah yang dapat dibalik arahnya dapat membantu mengatasi pembatasan kapasitas suatu jaringan tetapi memerlukan rambu-rambu yang kompleks dan dirancang dengan baik untuk menyajikan pesan-pesan yang tepat dan alat-alat pengaturan otomatis. Pengaturan khusus dapat dibuat untuk bis-bis untuk memperkecil jarak berjalan kaki bagi penumpang dengan membuat jalur bis dengan arah berlawanan bila lebar jalan memungkinkan.

Biaya yang terbesar pada sistem jalan satu arah adalah pada pembuatan rambu-rambu lalu lintas, yang relatif murah dibanding dengan pembuatan jalan baru dan sebagian penghematan dapat dialokasikan pada peningkatan persimpangan jalan dan pembuatan sistem rambu-rambu yang lebih kompleks. Dengan memperbesar kapasitas, maka jalan satu arah sering memungkinkan kesinambungan parkir meteran, yang mungkin penting bagi kehidupan suatu kawasan. Akhirnya selain membuat rambu-rambu, pembuatan marka jalan dan sistem pengaturan persimpangan jalan dengan pembatas fisik untuk mencegah gerakan yang tidak benar adalah sangat penting. Akan tetapi, gangguan pandangan yang lebih besar biasanya terjadi pada jalan satu arah, dan kecepatan lalu lintas yang lebih tinggi cenderung menimbulkan gangguan pada masyarakat karena lebih sulit menyeberang jalan, dan satu sisi jalan terisolasi dari sisi yang lain (Hobbs, 1995:271).

b. Lalu Lintas Membelok dan Jalan Bebas Kendaraan Parkir

Setiap kendaraan yang membelok pada suatu persimpangan jalan menimbulkan perlambatan (penundaan) yang lebih lambat dari kecepatan kendaraan yang berjalan lurus dan bisa juga menimbulkan kemacetan pada persimpangan. Pembatasan kapasitas dan pengurangan penundaan dapat dikendalikan dengan melarang seluruhnya atau sebagian gerakan membelok.

Walaupun jalan-jalan bebas kendaraan parkir atau berhenti mula-mula diperkenalkan pada jalan-jalan kota terutama untuk meningkatkan keamanan tetapi sekarang jalan jalan semacam ini mempunyai keutungan manajemen lalu lintas yang penting. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan arus lalu lintas dengan menghindari waktu tunggu dan bongkar muat barang. Hal itu dapat dilakukan dengan pemberian rambu-rambu jalan sehingga dapat mengurangi kecelakaan yang terjadi pada pejalan kaki (Hobbs, 1995:276-277).

c. Kebijakan Perparkiran

Parkir didefinisikan tempat khusus bagi kendaraan untuk berhenti demi keselamatan. Parkir mempunyai tujuan yang baik, akses yang mudah. Jika parkir terlalu jauh dari tujuan, orang akan beralih ke tempat lain. Sehingga tujuan utama adalah agar lokasi parkir sedekat mungkin dengan tujuan perjalanan (Tamin, 2000:523).

Tempat yang paling jelas dan biasanya paling cocok bagi pengemudi untuk memarkir kendaraannya ialah di tepi jalan, tetapi parkir semacam ini mempunyai banyak kerugian. Arus lalu lintas sepanjang jalan terhambat, yang akhirnya akan menimbulkan kemacetan dan kelambatan pada seluruh kendaraan. Peningkatan kelambatan akibat kecepatan yang lebih rendah, penurunan kapasitas jalan dan peningkatan kecelakaan diakibatkan karena keadaan fisik jalan tersebut. Gerakan parkir, gerakan membuka pintu mobil, tingkah pengendara sepeda yang tidak menentu, pejalan kaki yang muncul diantara kendaraan parkir dan aktifitas lainnya sehubungan dengan parkir dan kendaraan yang diparkir.

Meskipun terdapat berbagai kerugian, beberapa parkir di jalan masih diperlukan dan bila keadaan jalan mengizinkan. Pada jalan-jalan yang mempunyai lebar sekitar 10 m, dengan arus lalu lintas dua arah yang arusnya tidak melebihi 400 kendaraan/jam, atau pada lalu lintas searah dengan arus kurang dari 600 kendaraan/jam, parkir pada salah satu sisi masih diperbolehkan jika tempat pejalan kaki yang berdekatan dengannya tidak terlalu ramai dan terdapat sedikit pejalan kaki yang menyeberang jalan (Hobbs, 1995:243).

Dikebanyakan kawasan pusat kota, parkir di jalan terbatas, dan untuk menambah kapasitas parkir perlu disediakan tempat parkir di luar jalan. Tempat parkir diluar jalan secara umum dapat digolongkan ke dalam enam macam, yaitu: (a) pelataran parkir di permukaan tanah (b) garasi bertingkat (c) garasi bawah tanah (d) gabungan (e) garasi mekanis (f) *drive-in* (Hobbs, 1995:247).

Kebutuhan akan parkir dapat dikelompokkan menjadi persyaratan untuk kendaraan pribadi, angkutan umum dan angkutan barang yang masing-masing menggunakan ruang secara bersama-sama. Jika kebutuhan melebihi

persediaan, diperlukan kebijakan parkir dengan prioritas untuk jenis tempat parkir tertentu.

Kebijakan perparkiran dilakukan untuk meningkatkan kapasitas jalan yang sudah ada. Penggunaan badan jalan sebagai tempat parkir jelas memperkecil kapasitas jalan tersebut karena sebagian besar lebar jalan digunakan sebagai tempat parkir. Kebijakan parkir bukan di badan jalan seperti pembangunan bangunan tempat parkir atau membatasi tempat parkir jelas merupakan jawaban yang sangat tepat karena sejalan dengan usaha mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dengan mengalihkan penumpang dari kendaraan pribadi ke angkutan umum. Pelaksanaan pengaturan parkir telah sering dilakukan sejak tahun 1960-an, yang biasanya meliputi :

- Pembatasan tempat parkir di badan jalan
- Merencanakan fasilitas tempat parkir di luar daerah, seperti *park-and-ride*
- Pengaturan biaya parkir, dan
- Denda yang tinggi terhadap pelanggar parkir (Tamin, 2000:524)

d. Perbaikan Sistem Lampu Lalu Lintas

Pemasangan dan perbaikan system lampu lalu lintas secara terisolasi dimaksud untuk mengikuti fluktuasi lalu lintas yang berbeda-beda dalam 1 jam, 1 hari, maupun 1 minggu. Selain itu, juga dilakukan secara terkoordinasi yaitu dengan mengatur seluruh lampu lalu lintas secara terpusat. Pengaturan ini dapat mengurangi tundaan dan kemacetan. System ini dikenal dengan Area Traffic Control System (ATCS) (Tamin, 2000:523).

e. Rambu Lalu Lintas dan Marka Jalan

Informasi merupakan hal yang diperlukan dalam tugas-tugas mengemudi, dan rambu lalu lintas (meliputi marka jalan) penting sebagai alat untuk menganjurkan, memperingatkan dan mengontrol pengemudi dan pemakai jalan lainnya. Rambu-rambu tersebut harus efektif dalam lingkungannya, baik di atas maupun di luar jalan, siang dan malam secara terus menerus sesuai standar dan handal dalam mengarahkan lalu lintas dan pada berbagai kondisi cuaca. Perencanaan dan penempatan lampu harus dipertimbangkan dalam hubungannya terhadap tujuan dan kinerja kecakapan pemakai jalan pada situasi tertentu.

Informasi yang ditampilkan pada rambu harus tepat dalam pengertian sesuai pesan yang ditampilkan melalui kata-kata, simbol-simbol atau bentuk

gabungan kata dan simbol. Frekuensinya harus seperti membuat perhatian langsung setiap saat dibutuhkan tetapi tidak boleh secara sembarangan yang menjadikan tidak diperhatikan (Hobbs, 1995:559).

Marka yaitu suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan berupa peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong serta lambang lainnya yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas (Balitbang PU, 2004:1). Marka secara prinsip dipakai untuk menuntun lalu lintas, menandai daerah-daerah penggunaan khusus dengan suatu aturan dan larangan dan menyediakan peringatan. Pesan-pesan disampaikan melalui pembuatan strip, garis, kata dan simbol-simbol.

Masing-masing kategori marka harus menarik perhatian, mempunyai legibilitas yang cukup untuk kondisi pendekatan dan menyampaikan pesan yang jelas sehingga dapat menyediakan waktu yang memadai bagi pengendara untuk memberikan respon. Marka-marka aturan harus tidak hanya sebuah saja, karena dapat menimbulkan kesulitan-kesulitan untuk dibaca pada saat hujan deras. Kerugian yang lain akan timbul pada jalan-jalan yang melayani arus lalu lintas bervolume tinggi, penempatan ulang suatu marka sangat diperlukan dan dibutuhkan marka jalan permanen yang lebih banyak. Pada tempat semacam itu pesan yang berulang-ulang dibutuhkan untuk mencegah marka yang tertutup terus-menerus oleh lalu lintas (Hobbs, 1995:584).

2.10 Hasil Penelitian Terdahulu

Rudi Sugiarto, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, November 2010, *Analisis Dampak Lalu Lintas Akibat Pembangunan MX Mall dan Apartemen Jl. Veteran Kota Malang*, Dosen Pembimbing: Hendi Bowoputro, ST, MT, dan Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph. D.

Pembangunan MX Mall dan apartemen di Jalan Veteran yang terdiri dari kegiatan perdagangan dan pemukiman menimbulkan tarikan dan bangkitan pergerakan baru yang membebani sistem jaringan jalan yang telah ada. Apalagi sebelumnya kawasan ini terdapat pada pusat perbelanjaan MATOS dan pusat pendidikan yang sering menimbulkan kemacetan lalu lintas. Untuk mengetahui pengaruh pergerakan tersebut diperlukan analisis dampak lalu lintas (ANDALALIN). Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui dampak lalu lintas pada jaringan jalan saat mall dan apartemen

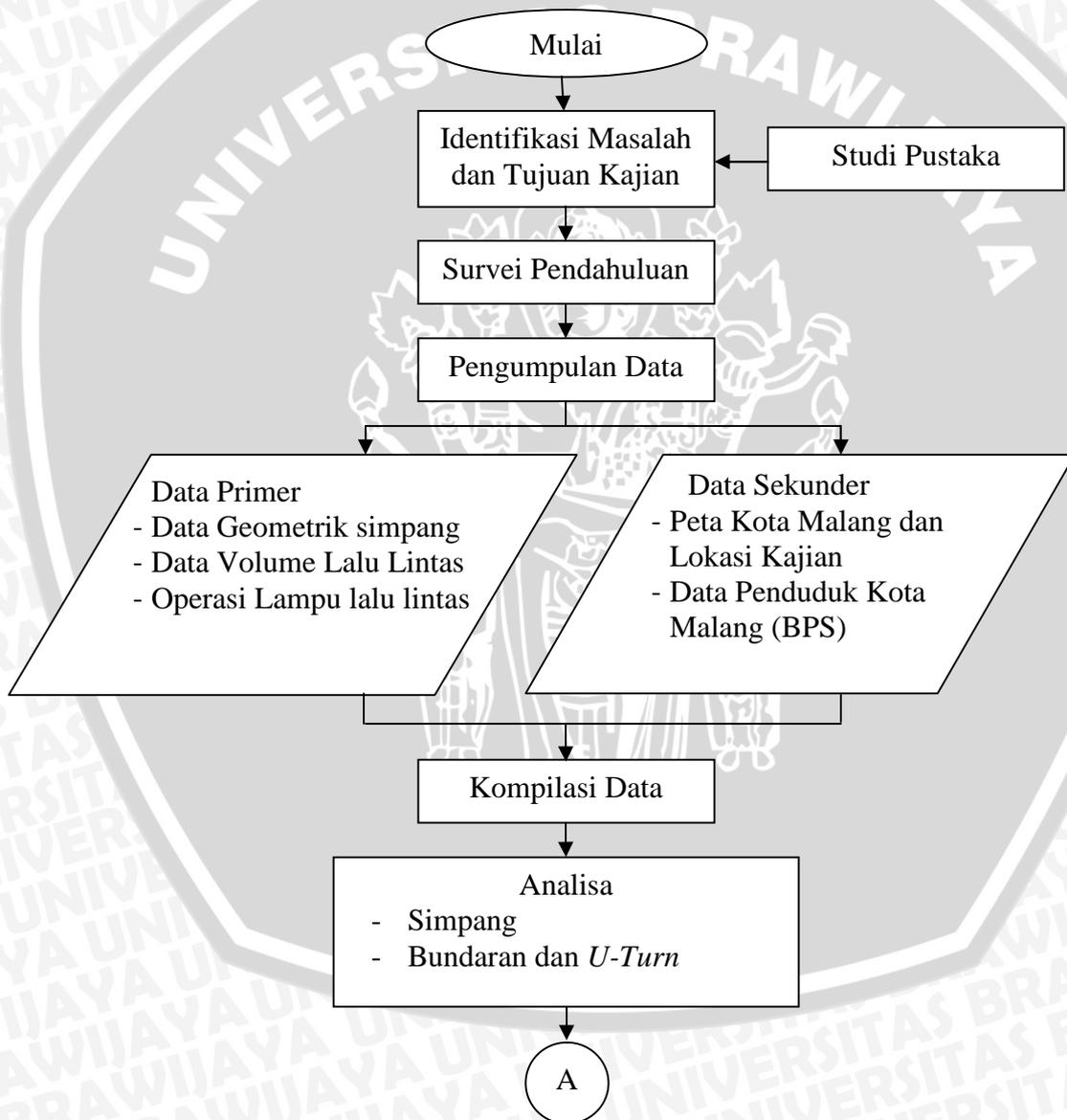
beroperasi dan lima tahun setelahnya serta dilengkapi dengan perbaikan-perbaikan yang diperlukan apabila ada jaringan jalan yang tidak stabil menjadi lancar kembali pada kawasan Veteran.

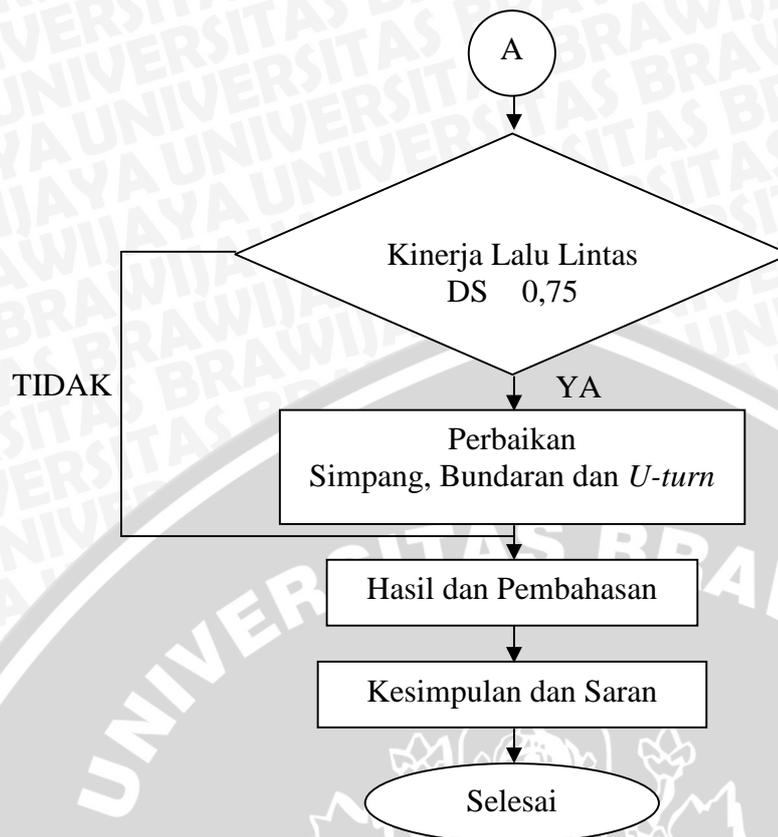
Metode survai yang dilakukan adalah survai volume lalu lintas yang berlokasi di Simpang ITN, Simpang Cibogo, Ruas MATOS, U-turn TMP dan Bundaran Bandung. Survai dilaksanakan pada hari Jumat pukul 17.00-22.00 WIB, Sabtu pukul 06.00-11.00 WIB dan 17.30-22.30 WIB, Minggu pukul 09.00-15.00 WIB dan 16.00-22.00 WIB serta Senin pukul 06.00-11.00 WIB. Prediksi kinerja lalu lintas 5 tahun mendatang menggunakan rata-rata pertumbuhan penduduk, jumlah mahasiswa UB dan UM, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) dan tingkat kepemilikan kendaraan Kota Malang pada tahun 2005-2008. Hasil analisis perhitungan pada kondisi eksisting saat jam puncak di Simpang ITN: Jl. Bendungan Sigura-gura DS= 1,28; Jl. Sumbersari DS= 1,29; Jl. Veteran DS= 0,92; Jl. Bendungan Sutami DS= 1,24; Simpang Cibogo DS= 0,59; Ruas MATOS DS= 0,26 dan Ruas Cibogo DS= 0,13; dan Bundaran Bandung: Jl. M. Panjaitan DS= 0,4; Jl. Ijen DS= 0,13 dan Jl. Bandung DS= 0,33. Pada saat mall dan apartemen beroperasi dan setelah perbaikan kondisi eksisting kondisi di Simpang ITN: Jl. Bendungan Sigura-gura DS= 1,06; Jl. Sumbersari DS= 0,99; Jl. Veteran DS= 1,06; Jl. Bendungan Sutami DS= 1,06; Simpang Cibogo DS= 1,27; Ruas MATOS DS= 0,48 dan Ruas Cibogo DS= 0,45. Jalinan INBIS-Cibogo DS= 0,52; INBIS-MX DS= 0,56; Cibogo-MX DS= 0,95 dan MX-TMP DS= 0,43. Sedangkan Bundaran Bandung: Jl. M. Panjaitan DS= 0,48; Jl. Ijen DS= 0,17 dan Jl. Bandung DS= 0,48. Pada jaringan jalan yang kondisi lalu lintasnya tidak stabil diperbaiki seperti Simpang ITN dan Simpang Cibogo. Pada tahun 2015 setelah mall dan apartemen beroperasi dan setelah perbaikan kinerja jaringan jalan didapat persimpangan ITN: Jl. Bendungan Sigura-gura DS= 0,83; Jl. Sumbersari DS= 0,6; Jl. Veteran DS= 0,83; Jl. Bendungan Sutami DS= 0,83. Jalinan Cibogo-MX DS= 0,74. Perbaikan di simpang ITN dilakukan dengan cara perubahan fase dan pelebaran jalan. Sedangkan Simpang Cibogo dengan pelebaran jalan dan menutup simpang menjadi jalinan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB) di Jalan Veteran kota Malang. Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini digambarkan dalam bagan alir seperti yang ditunjukkan Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi setelah melakukan pengamatan secara langsung pada area studi. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada area studi. Pada tahap ini juga dilakukan pembatasan area studi dan cakupan permasalahan yang akan dibahas.

Tahap berikutnya dilakukan tahap studi pustaka, di mana pada tahap ini dilakukan pengumpulan pustaka-pustaka sebagai literatur yang dapat mendukung atau mendasari kajian yang akan dilakukan

3.2 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan memiliki peranan penting dalam menentukan waktu dan lokasi pengambilan data volume lalu lintas. Pada survei pendahuluan dilakukan pengamatan jam puncak pada masing-masing simpang pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB). Penentuan jam puncak berdasarkan volume lalu lintas pada waktu jam-jam sibuk, yaitu pada saat pagi hari (jam berangkat kantor/sekolah), siang hari (jam istirahat siang/pulang sekolah) dan sore hari (jam pulang kantor/sekolah). Dari hasil survei pendahuluan diharapkan mampu menentukan jam-jam puncak yang dapat mewakili waktu sehari-hari secara keseluruhan serta menentukan titik-titik/pos dimana surveyor melakukan penelitian.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

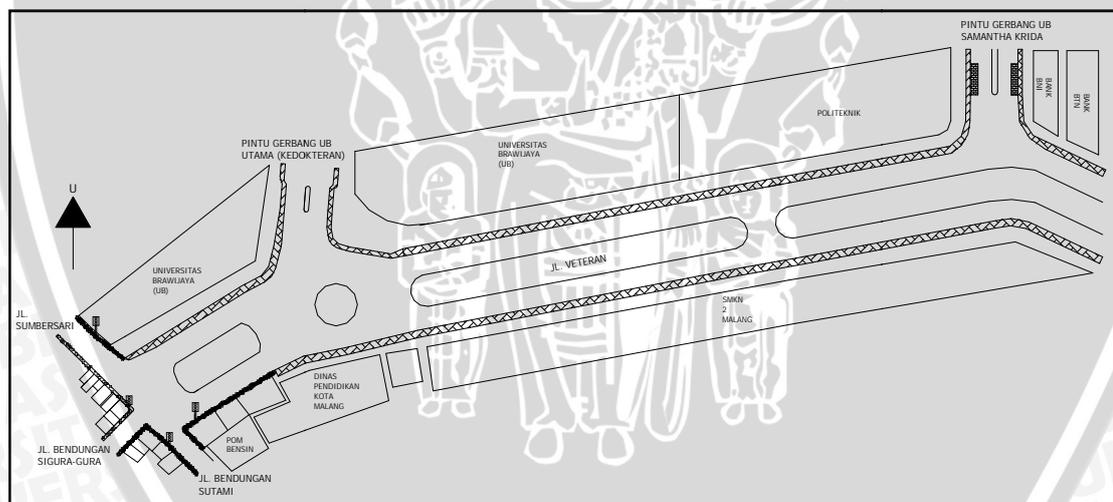
3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB) di Jalan Veteran. Adapun peta lokasi penelitian diperlihatkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Lokasi penelitian

Sumber: <https://maps.google.com/>, September 2013



Gambar 3.3 Lokasi penelitian

Keterangan :  = jalan bundaran
 = simpang bersinyal empat lengan
 = jalan tunggal

3.3.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada tanggal 13 dan 16 September 2013. Untuk tanggal 13 September 2013 dilaksanakan pada pukul 06.00-08.00, 11.00-13.00 dan 15.00-17.00. Sedangkan untuk tanggal 16 September 2013 dilaksanakan pada pukul 06.00-08.00 dan 15.00-17.00.

3.4 Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari dinas atau instansi terkait, baik milik pemerintah maupun swasta.

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini adalah survei volume lalu lintas dan survei geometrik jalan. Survei volume lalu lintas diperoleh secara langsung dari lapangan dengan mencatat semua jenis kendaraan yang melewati simpang pintu gerbang Universitas Brawijaya di Jalan Veteran. Klasifikasi kendaraan yang diamati adalah kendaraan ringan/LV (mobil penumpang/angkot, *pick up*, *taxi*, mobil pribadi), kendaraan berat/HV (truk, bus), sepeda motor dan kendaraan tak bermotor (sepeda, becak). Interval waktu yang digunakan adalah 5 menit.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan mencatat secara manual banyaknya kendaraan yang lewat pada suatu titik yang telah ditentukan. Dari survei ini akan diperoleh data volume kendaraan. Secara umum, pelaksanaan survei ini dengan menempatkan surveyor pada suatu titik (pos) yang telah ditentukan untuk mencatat volume kendaraan pada formulir yang telah disediakan. Dalam pelaksanaannya, menghitung volume lalu lintas menggunakan *hand tally counter*. Dalam penelitian ini dibutuhkan 24 surveyor.

Survei geometrik diperoleh dengan mengukur secara langsung kondisi jalan yang ada di lapangan. Dalam pengukuran geometrik simpang, data yang diambil adalah lebar pendekat, lebar median, lebar bahu jalan dan jumlah lajur. Alat yang digunakan adalah *odometer* dan *rollmeter*.

3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder digunakan sebagai dasar untuk kecukupan data dan untuk menunjang analisis. Data tersebut didapatkan dengan cara mengumpulkan studi literatur terdahulu, memanfaatkan teknologi *google earth* untuk menggambarkan lokasi

penelitian. Data sekunder juga didapatkan dari instansi terkait, baik swasta maupun pemerintah. Data yang dibutuhkan meliputi, jumlah penduduk Kota Malang.

3.5 Kompilasi Data

Pada tahap ini dilakukan penyusunan dari data-data yang diperlukan yang sudah diambil pada tahap pengumpulan data. Data yang telah didapat disusun dan disajikan dalam bentuk tabel dan atau grafik.

3.6 Analisis Data

Metode yang dipergunakan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal dan jalinan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).

Pada tahap ini, data yang telah direkap dapat dihitung atau dianalisa untuk dapat memecahkan masalah yang ada. Variabel yang diamati adalah:

- a. Data geometrik
- b. Jumlah kendaraan yang melewati persimpangan pada setiap lengan
- c. Komposisi kendaraan

Tahap analisis merupakan tindak lanjut setelah pengolahan data selesai dilakukan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami dan menganalisis hasil pengolahan secara mendalam, terutama hal:

- a. Menganalisis jumlah konflik volume lalu lintas yang terjadi di simpang tak bersinyal maupun bersinyal dengan menghitung jumlah kendaraan dari jalan minor yang berhasil memasuki dan melewati simpang dan jalinan.
- b. Mengetahui kinerja persimpangan, analisis dilakukan berdasarkan MKJI tahun 1997.

3.6.1 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal

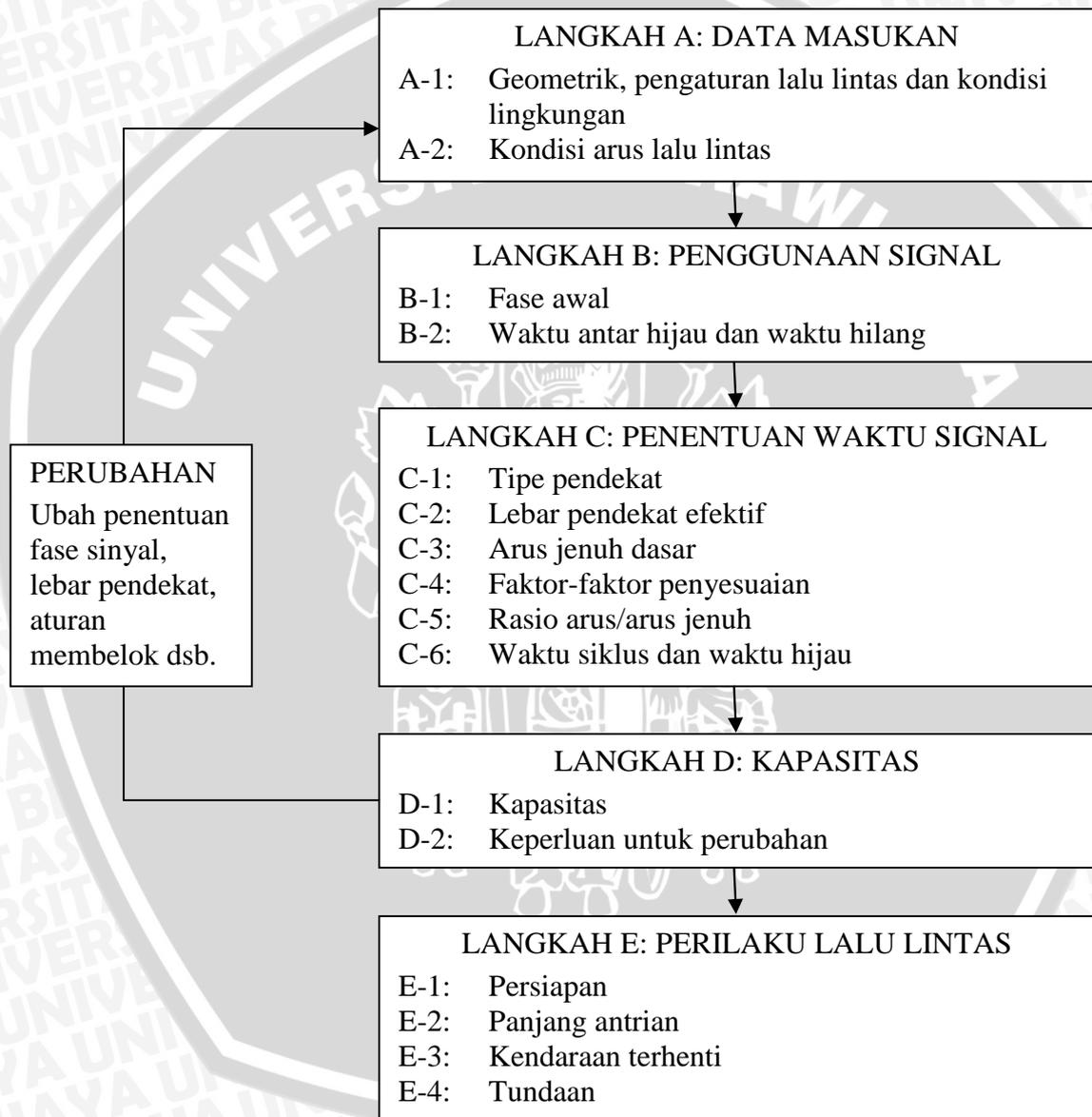
Analisis data lalu lintas simpang bersinyal meliputi volume lalu lintas dan kapasitas. Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja masing-masing simpang yang diteliti sudah memenuhi tingkat pelayanan lalu lintas yang stabil. Kestabilan arus jalan dapat dilihat pada kestabilan yang ditentukan dari Level of Service (LOS). Besar nilai tingkat pelayanan tergantung pada derajat kejenuhan (DS). Derajat kejenuhan yang dianjurkan kurang dari 0,75 atau tingkat pelayanan C (jalan perkotaan).

Perhitungan kendaraan yang melewati simpang digolongkan menjadi empat golongan, yaitu :

- a. Kendaraan ringan (LV), meliputi : mobil penumpang, minibus, mobil pribadi, dan *pick up*.
- b. Kendaraan berat (HV), meliputi : truck, bus.

- c. Sepeda motor (MC)
- d. Kendaraan tak bermotor (UM), meliputi : sepeda, becak, gerobak dorong, dan delman.

Simpang yang akan dianalisis kemudian diukur kinerja lalu lintasnya. Manajemen lalu lintas dilakukan bila tingkat pelayanan tidak memenuhi syarat. Hal tersebut ditinjau dari berapa tingkat pelayanan maksimum yang diijinkan. Metode untuk penganalisaan ini menggunakan metode pada MKJI 1997.



Gambar 3.4 Bagan Alir Analisa Simpang Bersinyal
Sumber: MKJI (1997)

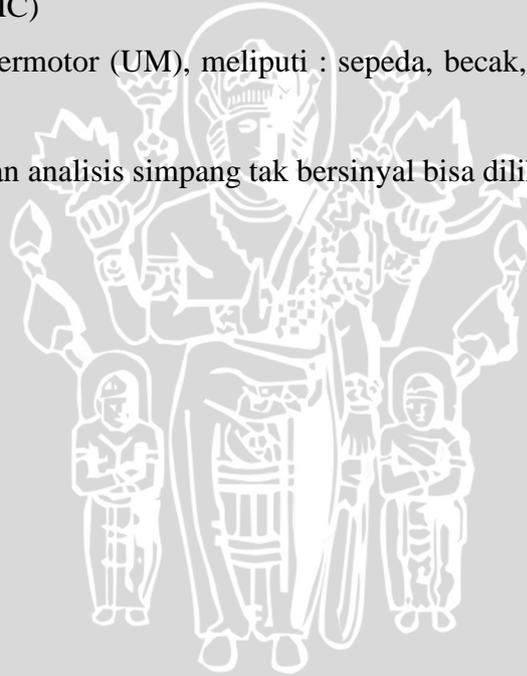
3.6.2 Analisis Simpang Tak Bersinyal

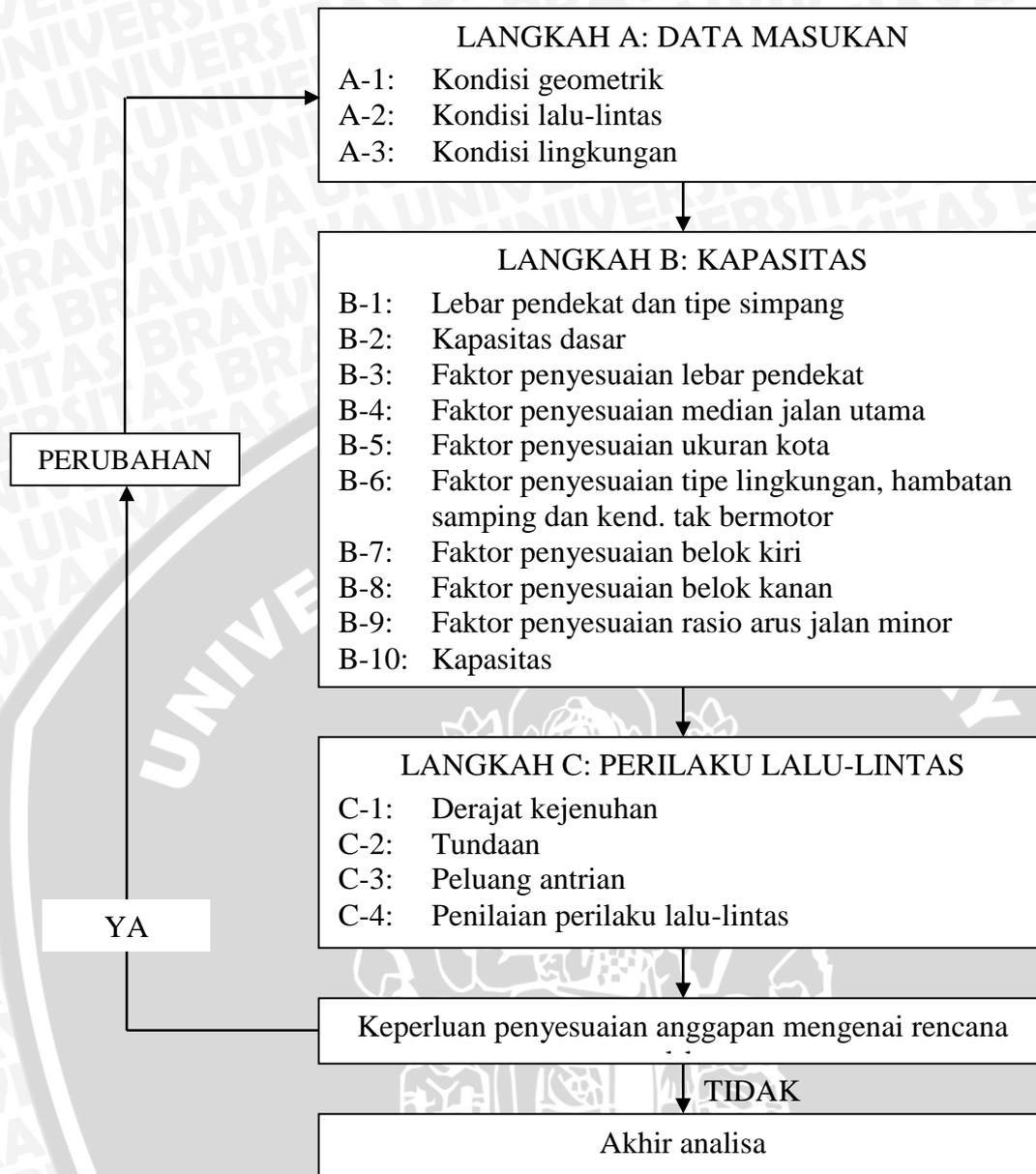
Analisis data lalu lintas simpang tak bersinyal meliputi volume lalu lintas dan kapasitas. Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja masing-masing simpang yang diteliti sudah memenuhi tingkat pelayanan lalu lintas yang stabil. Kestabilan arus jalan dapat dilihat pada kestabilan yang ditentukan dari Level of Service (LOS). Besar nilai tingkat pelayanan tergantung pada derajat kejenuhan (DS). Derajat kejenuhan yang dianjurkan kurang dari 0,75 atau tingkat pelayanan C (jalan perkotaan).

Perhitungan kendaraan yang melewati simpang digolongkan menjadi empat golongan, yaitu :

- a. Kendaraan ringan (LV), meliputi : mobil penumpang, minibus, mobil pribadi, dan *pick up*.
- b. Kendaraan berat (HV), meliputi : truck, bus.
- c. Sepeda motor (MC)
- d. Kendaraan tak bermotor (UM), meliputi : sepeda, becak, gerobak dorong, dan delman.

Prosedur perhitungan analisis simpang tak bersinyal bisa dilihat pada Gambar 3.5.





Gambar 3.5 Bagan Alir Analisa Simpang Tak Bersinyal
Sumber: MKJI (1997)

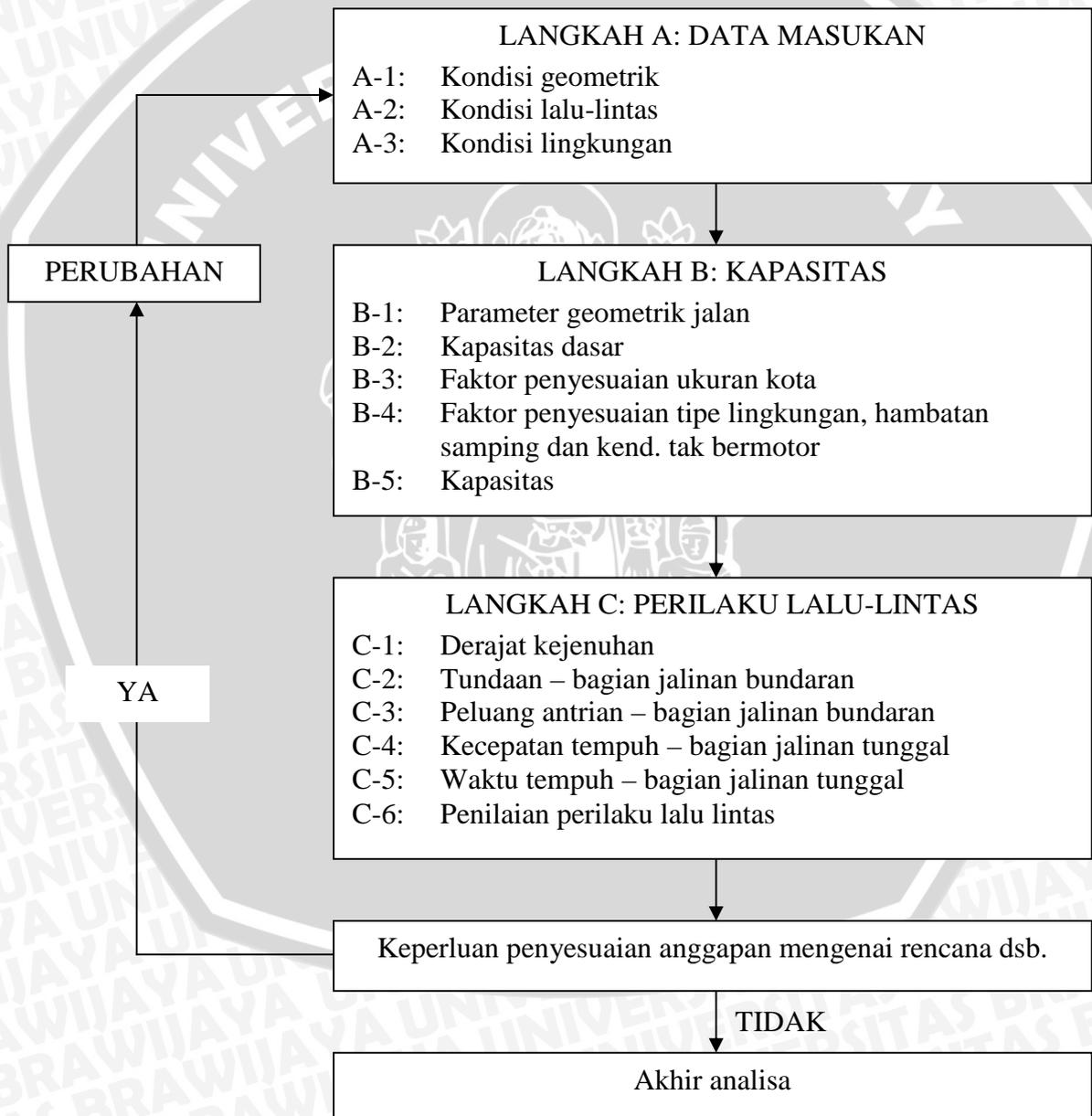
3.6.3 Analisis Bagian Jalinan

Analisis data lalu lintas bagian jalinan meliputi volume lalu lintas dan kapasitas. Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja masing-masing simpang yang diteliti sudah memenuhi tingkat pelayanan lalu lintas yang stabil. Kestabilan arus jalan dapat dilihat pada kestabilan yang ditentukan dari Level of Service (LOS). Besar nilai tingkat pelayanan tergantung pada derajat kejenuhan (DS). Derajat kejenuhan yang dianjurkan kurang dari 0,75 atau tingkat pelayanan C (jalan perkotaan).

Perhitungan kendaraan yang melewati simpang digolongkan menjadi empat golongan, yaitu :

- Kendaraan ringan (LV), meliputi : mobil penumpang, minibus, mobil pribadi, dan *pick up*.
- Kendaraan berat (HV), meliputi : truck, bus.
- Sepeda motor (MC)
- Kendaraan tak bermotor (UM), meliputi : sepeda, becak, gerobak dorong, dan delman.

Prosedur perhitungan analisis simpang tak bersinyal bisa dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Bagan Alir Analisa Bagian Jalinan
Sumber: MKJI (1997)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Kota Malang merupakan salah satu kota di provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini terletak 90 km sebelah selatan kota Surabaya. Wilayah kota Malang secara geografis memiliki batas-batas administrasi sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kecamatan Singosari dan Kec. Karangploso Kabupaten Malang
- Sebelah Timur : Kecamatan Pakis dan Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Kecamatan Wagir dan Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Kota Malang terdiri atas 5 kecamatan, yaitu kecamatan kedungkandang, kecamatan sukun, kecamatan klojen, kecamatan blimbing, dan kecamatan lowokwaru. Luas Kota Malang secara keseluruhan adalah sekitar 110,06 km². Kota Malang terletak pada ketinggian antara 440 – 667 meter di atas permukaan air laut.

Kota Malang dikenal dengan julukan kota pelajar. Sebagai kota pelajar, tidaklah mengherankan jika setiap tahun banyak mahasiswa baru yang berasal dari luar Kota Malang untuk datang dan menetap di Malang. Hal itu dikarenakan Kota Malang sendiri memiliki sejumlah universitas ternama, baik negeri maupun swasta. Banyaknya pendatang dari luar kota yang ingin menimba ilmu di Kota Malang menambah jumlah penduduk yang tinggal di Kota Malang dan juga mengakibatkan volume kendaraan yang ada di Kota Malang meningkat, sehingga banyak terjadi tundaan di banyak titik persimpangan di Kota Malang.



Gambar 4.1 Keadaan Simpang Bersinyal Empat Lengan Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura



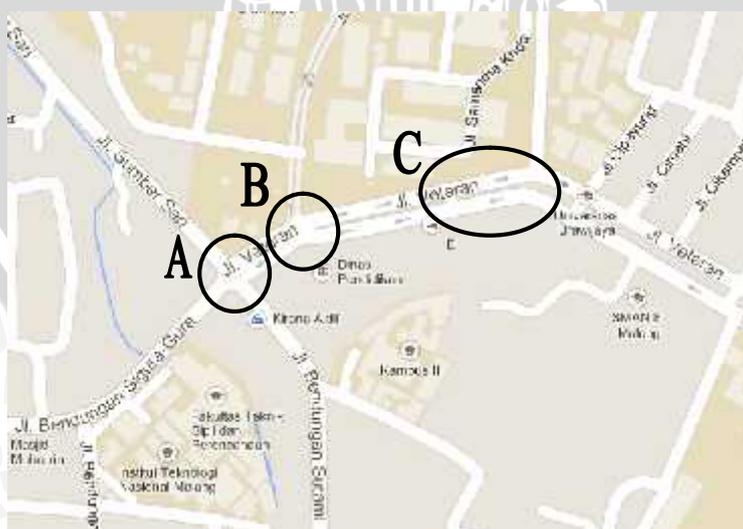
Gambar 4.2 Keadaan Bundaran Universitas Brawijaya Jalan Veteran



Gambar 4.3 Keadaan *U-Turn* Depan Politeknik Negeri Malang Jalan Veteran

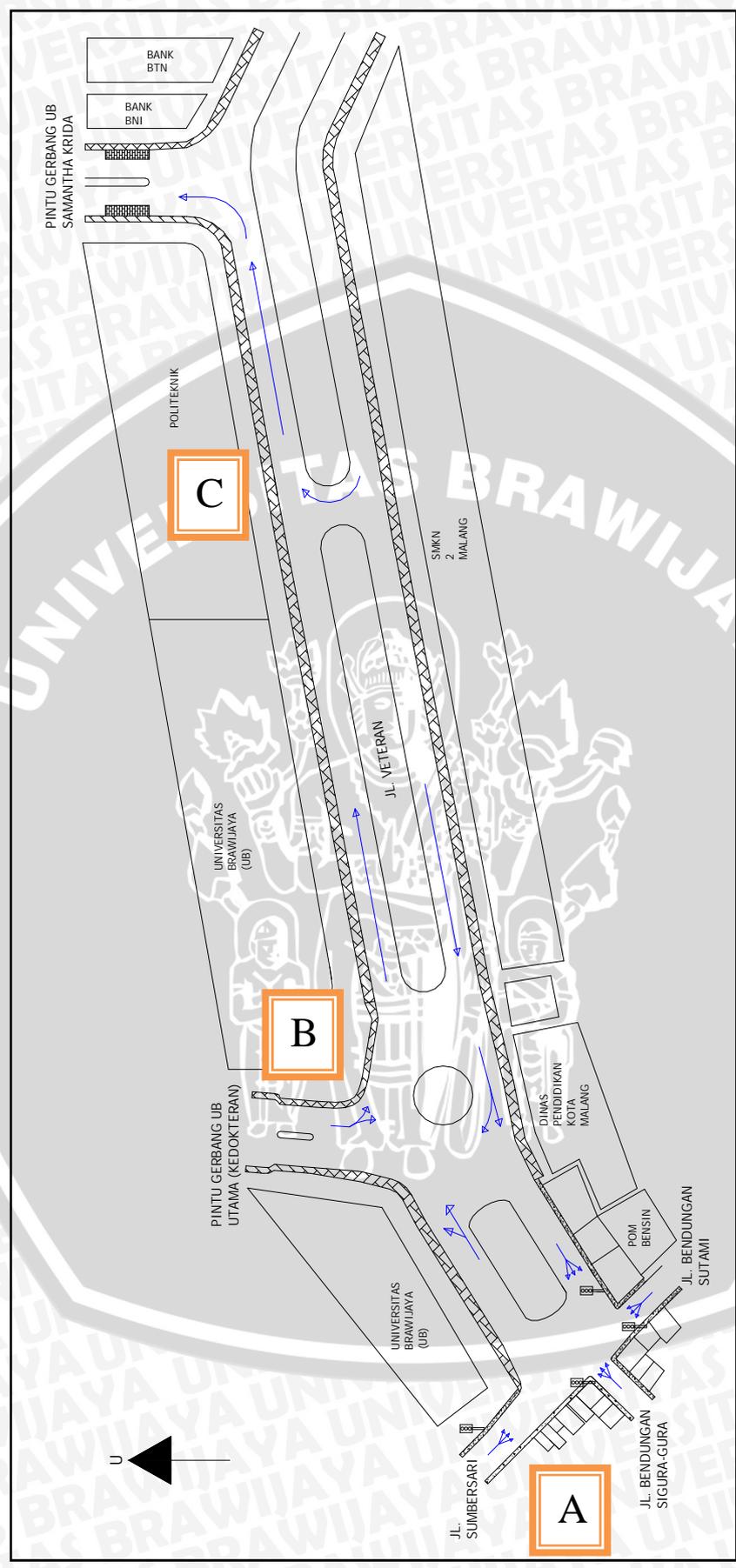
4.2 Analisis Kinerja Simpang dan Jalinan

4.2.1 Gambaran Umum Lokasi Kajian



Gambar 4.4 Lokasi Kajian

Sumber: <https://maps.google.com/>, Oktober 2013



Gambar 4.5 Pergerakan Kendaraan Eksisting



Keterangan:

A : Simpang Bersinyal Empat Kaki Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura

B : Jalinan Bundaran pintu gerbang Universitas Brawijaya

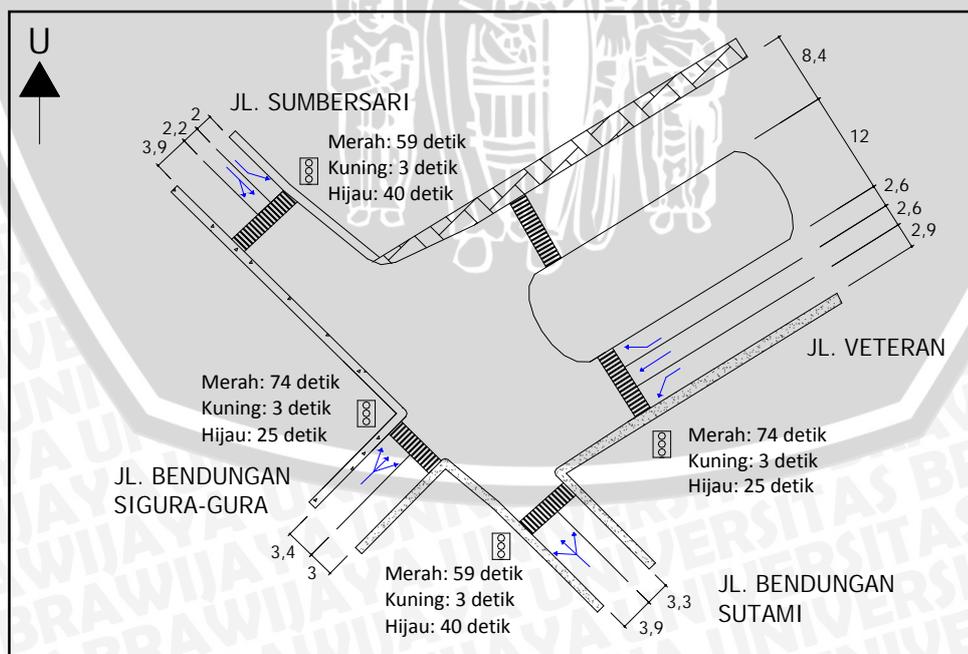
C : Jalinan Tunggal Jalan Veteran

4.2.2 Simpang Bersinyal Empat Kaki Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura

4.2.2.1 Gambaran Umum



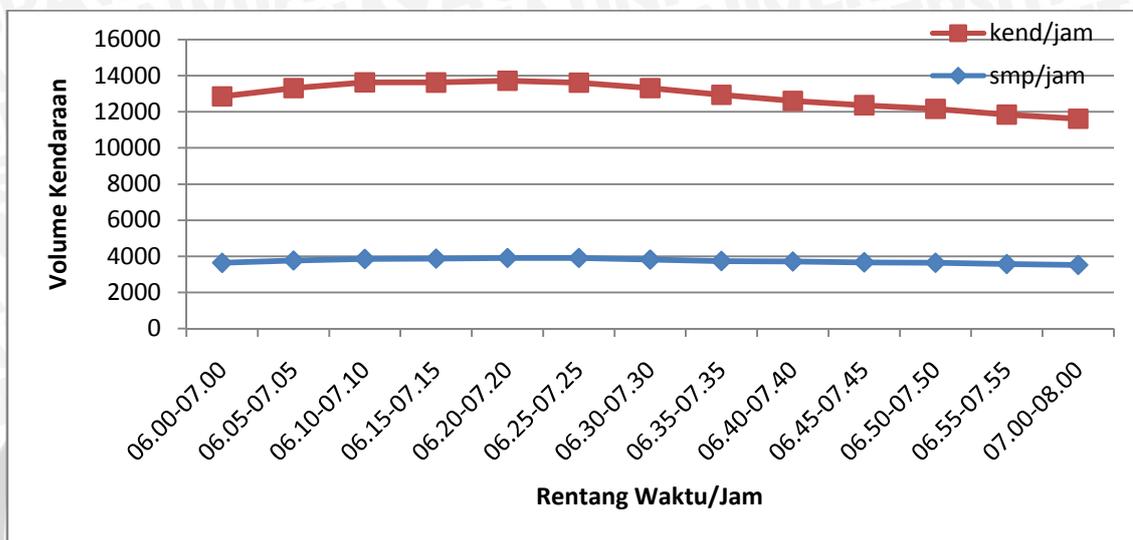
Gambar 4.6 Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura
Sumber: <https://maps.google.com/>, Oktober 2013



Gambar 4.7 Kondisi Geometrik Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

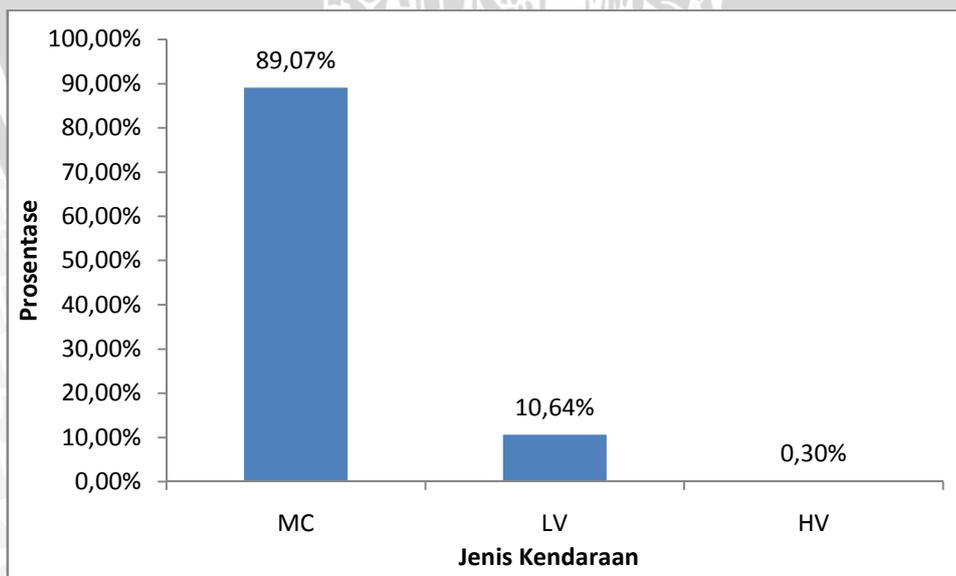
4.2.2.2 Volume Jam Puncak

Volume jam puncak digunakan untuk menganalisis pembebanan dalam penilaian kinerja simpang. Volume jam puncak yang digunakan untuk analisis simpang adalah volume yang terbanyak pada saat survei dilaksanakan. Volume jam puncak terjadi pada hari Senin tanggal 16 September 2013, pukul 06.25-07.25 WIB.



Gambar 4.8 Volume Lalu Lintas Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

Komposisi lalu lintas pada Simpang Bersinyal empat kaki Jalan Sumbersari-Jalan Veteran-Jalan Bendungan Sutami-Jalan Bendungan Sigura-Gura didominasi oleh sepeda motor dengan persentase 89,07% dari jumlah seluruh kendaraan.



Gambar 4.9 Komposisi Lalu Lintas Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

4.2.2.3 Analisis Kinerja

Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal adalah dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan bantuan formulir SIG I-V (terlampir). Formulir SIG ini akan membantu proses analisa secara sistematis. Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut:

1) Geometrik

- Kode pendekat (kolom 1)

Gunakan arah mata angin atau tanda yang lain yang jelas untuk menamakan pendekatan-pendekatan tersebut. Jalan Sumbersari menggunakan kode pendekat U, Jalan Veteran menggunakan kode pendekat T, Jalan Bendungan Sutami menggunakan kode pendekat S dan Jalan Bendungan Sigura-Gura menggunakan kode pendekat B.

- Tipe lingkungan jalan (kolom 2)

Masukkan tipe lingkungan jalan (COM = komersial, RES = pemukiman, RA = akses terbatas) untuk setiap pendekat. Tipe lingkungan jalan untuk pendekat U, T, S dan B adalah komersial.

- Tingkat hambatan samping (kolom 3)

Masukkan tingkat hambatan samping untuk setiap pendekat. Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

- Lebar pendekat (kolom 8-11)

Masukkan lebar bagian yang diperkeras dari masing masing pendekat. Lebar pendekat meliputi W_A , W_{MASUK} , W_{LOTR} , W_{KELUAR} .

Tabel 4.1 Lebar Pendekat Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Kode Pendekat	W_A	W_{MASUK}	W_{LOTR}	W_{KELUAR}
U	4,2	2,2	2	3,3
S	3,9	3,9		3,9
T	8,1	5,2	2,9	3
B	3,4	3,4		8,4

2) Kondisi arus lalu lintas

Kondisi lalu lintas ini dijabarkan dalam formulir SIG II. Arus yang digunakan adalah berdasarkan pada arus puncak pada hari Senin 16 September 2013, pukul 06.25-07.25 WIB.

Hasil survei dengan satuan kendaraan/jam dimasukkan pada kolom 3 untuk LV, 6 untuk HV, 9 untuk MC, 12 untuk total seluruh kendaraan. Konversi dari satuan kend/jam menjadi smp/jam dimasukkan pada kolom 5, 8, 11, 14 untuk terlawan, sedangkan kolom 4, 7, 10, 13 untuk terlindung.

Sebagai contoh perhitungan, digunakan pendekat B (terlindung):

- Arah : LT

$$LV = 13 \text{ kend/jam} = 13 \times 1,0 = 13,0 \text{ smp/jam}$$

$$HV = 0 \text{ kend/jam} = 0 \times 1,3 = 0,0 \text{ smp/jam}$$

$$MC = 90 \text{ kend/jam} = 90 \times 0,2 = 18,0 \text{ smp/jam}$$

- Arah : ST

$$LV = 268 \text{ kend/jam} = 268 \times 1,0 = 268,0 \text{ smp/jam}$$

$$HV = 0 \text{ kend/jam} = 0 \times 1,3 = 0,0 \text{ smp/jam}$$

$$MC = 1845 \text{ kend/jam} = 1845 \times 0,2 = 369,0 \text{ smp/jam}$$

- Arah : RT

$$LV = 23 \text{ kend/jam} = 23 \times 1,0 = 23,0 \text{ smp/jam}$$

$$HV = 2 \text{ kend/jam} = 2 \times 1,3 = 2,6 \text{ smp/jam}$$

$$MC = 499 \text{ kend/jam} = 499 \times 0,2 = 99,8 \text{ smp/jam}$$

- Total untuk setiap arah:

$$LT = 13 + 18 = 31,0 \text{ smp/jam}$$

$$ST = 268 + 369 = 637,0 \text{ smp/jam}$$

$$RT = 23 + 2,6 + 99,8 = 125,4 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Total} = 31 + 637 + 125,4 = 793,4 \text{ smp/jam}$$

- Rasio kendaraan belok kiri dan belok kanan

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT} = 31/793,4 = 0,0391$$

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT} = 125,4/793,4 = 0,1581$$

3) Arus jenuh dasar (kolom 10 SIG IV)

Arus jenuh didapatkan dari penelitian sebelumnya. Arus jenuh didapatkan dari metode time slice.

Tabel 4.2 Arus Jenuh Dasar Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Pendekat	Arus jenuh dasar (S_0) (smp/jam)
U	4994
S	3815
T	2690
B	2042

Sumber: Afrizal (2013)

4) Faktor penyesuain

- Ukuran kota (kolom 11 SIG IV)

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Malang, penduduk Kota Malang masuk dalam kategori 0,5 – 1,0 juta jiwa, sehingga nilai F_{CS} -nya adalah 0,94.

- Hambatan samping (kolom 12 SIG IV)

Berdasarkan tabel C-4:4 MKJI, Nilai F_{sf} untuk pendekat U = 0,93; untuk pendekat S = 0,93; untuk pendekat T = 0,93; untuk pendekat B = 0,93.

- Kelandaian (kolom 13 SIG IV)

Berdasarkan tabel C-4:1 MKJI, didapat nilai untuk pendekat U = 1, pendekat U2 = 1, pendekat S = 1, pendekat T = 1, pendekat B = 1.

- Faktor penyesuaian belok kanan (kolom 15 SIG IV) – hanya untuk pendekat tipe P

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Sebagai contoh perhitungan, digunakan pendekat B. Hal ini dikarenakan pendekat B sesuai dengan syarat yang ditentukan.

$$\begin{aligned} \text{Pendekat B: } F_{RT} &= 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,1581 \times 0,26 = 1,0411 \end{aligned}$$

- Faktor penyesuaian belok kiri (kolom 16 SIG IV) – hanya untuk pendekat tipe P

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) hanya untuk pendekat tipe tanpa LOTR dan lebar efektif ditentukan lebar masuk. Sebagai contoh perhitungan, digunakan pendekat B. Hal ini dikarenakan pendekat B sesuai dengan syarat yang ditentukan.

$$\begin{aligned} \text{Pendekat B: } F_{LT} &= 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,0391 \times 0,16 = 0,9937 \end{aligned}$$

5) Arus jenuh disesuaikan (kolom 17 SIG IV)

Arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai berikut:

Contoh perhitungan (Pendekat B):

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

$$= 2042 \times 0,94 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 1,0411 \times 0,9937 = 1847$$

Tabel 4.3 Arus Jenuh Disesuaikan Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Pendekat	Arus Jenuh Disesuaikan (S) (smp/jam)
U	4366
S	3335
T	2352
B	1847

6) Kapasitas (kolom 22 SIG IV)

Variabel masukan kapasitas simpang bersinyal adalah arus jenuh (S), waktu hijau (g) dan waktu siklus (c). Contoh perhitungan menggunakan pendekat B:

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

$$= 1847 \times 25/86 = 453 \text{ smp/jam}$$

Tabel 4.4 Kapasitas Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)
U	1712
S	1308
T	576
B	453

7) Derajat kejenuhan (kolom 23 SIG IV)

Derajat kejenuhan simpang merupakan parameter tercepat bagaimana melihat kinerja simpang tersebut. Simpang dengan pengaturan yang baik akan memiliki derajat jenuh yang seimbang pada semua kaki simpangnya. Contoh perhitungan menggunakan pendekat B:

$$DS = Q/C$$

$$= 793/453 = 1,75$$

Tabel 4.5 Derajat Kejenuhan Sempang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
U	0,46
S	1,13
T	1,24
B	1,75

8) Tundaan

Tundaan rata-rata untuk tiap pendekat (kolom 15 SIG V) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = DT + DG$$

Dimana DT (kolom 13 SIG V) adalah tundaan lalu lintas rata – rata setiap pendekat dan DG (kolom 14 SIG V) adalah tundaan geometri rata-rata setiap pendekat.

Tabel 4.6 Tundaan Rata-Rata Tiap Pendekat Sempang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura

Pendekat	DT	DG	D
U	23,0	2,7	25,8
S	284,7	7,7	292,3
T	489,8	7,1	496,9
B	1419,0	25,6	1444,6

Kemudian tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I) didapatkan dengan cara membagi jumlah nilai tundaan (kolom 16 SIG V) dengan arus total (Q_{tot}) dalam smp/jam (kolom 2 SIG V paling bawah).

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

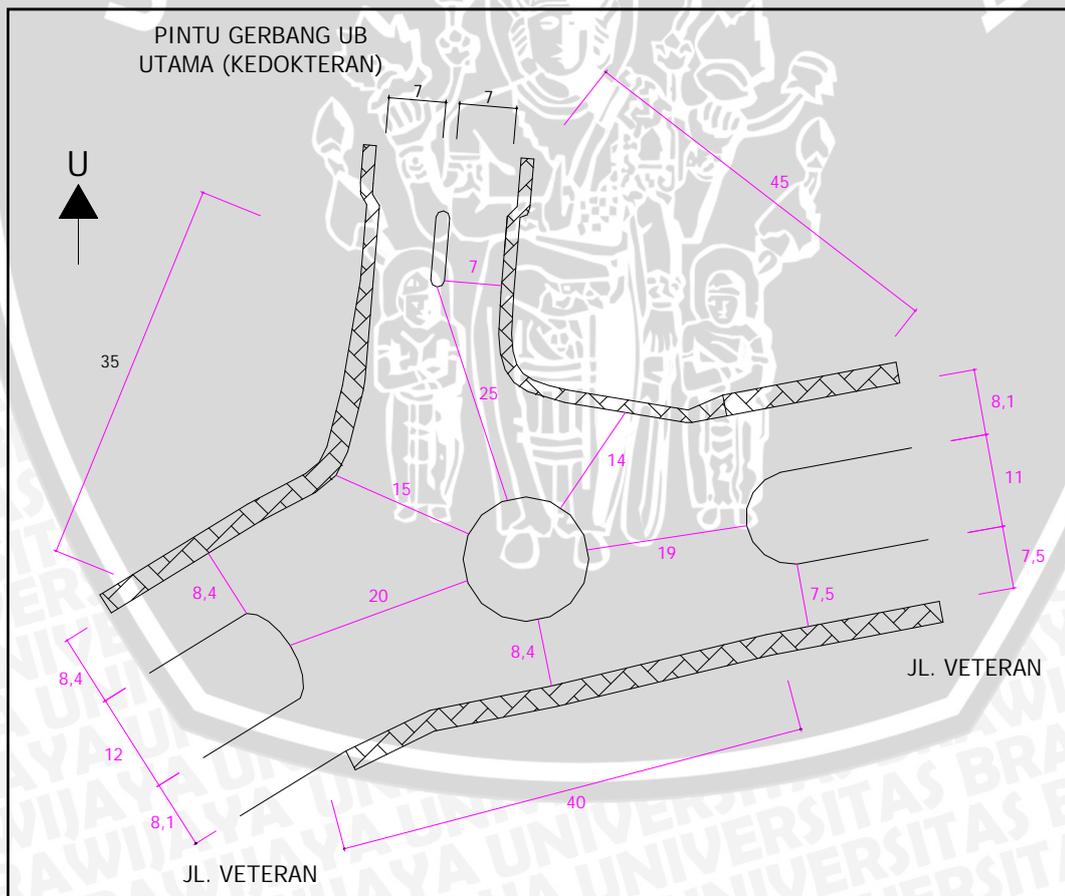
Sehingga didapatkan nilai tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I) yaitu sebesar 408,39 (kolom 16 SIG V paling bawah).

4.2.3 Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya

4.2.3.1 Gambaran Umum



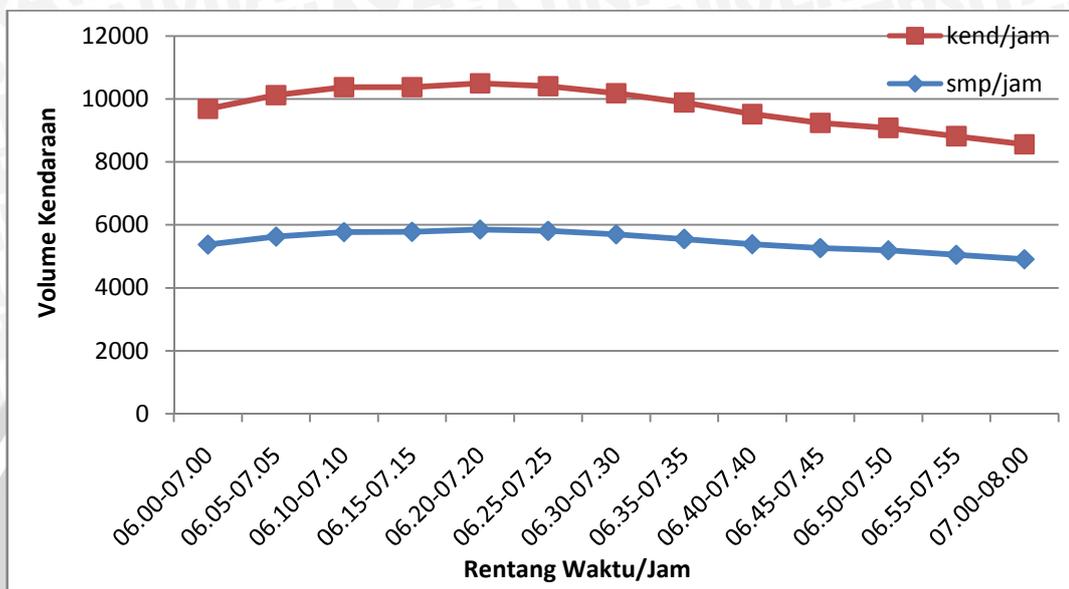
Gambar 4.10 Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran
 Sumber: <https://maps.google.com/>, Oktober 2013



Gambar 4.11 Kondisi Geometrik Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran

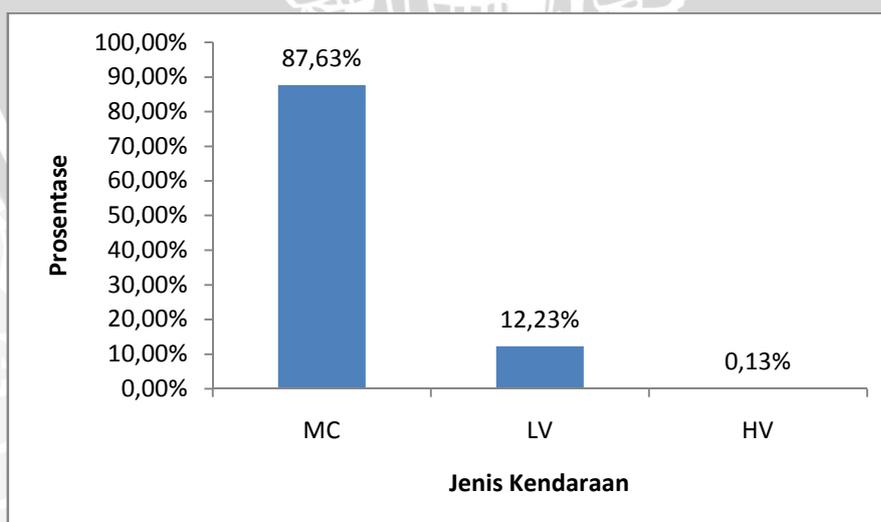
4.2.3.2 Volume Jam Puncak

Volume jam puncak digunakan untuk menganalisis pembebanan dalam penilaian kinerja simpang. Volume jam puncak yang digunakan untuk analisis simpang adalah volume yang terbanyak pada saat survei dilaksanakan. Volume jam puncak terjadi pada hari Senin tanggal 16 September 2013, pukul 06.20-07.20 WIB.



Gambar 4.12 Volume Lalu Lintas Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya – Jalan Veteran

Komposisi lalu lintas pada jalinan bundaran pintu gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran didominasi oleh sepeda motor dengan persentase 87,63% dari jumlah seluruh kendaraan.



Gambar 4.13 Komposisi Kendaraan Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya – Jalan Veteran

4.2.3.3 Analisis Kinerja

Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja bagian jalinan bundaran adalah dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan bantuan formulir RWEAV I-II (terlampir). Formulir ini akan membantu proses analisa secara sistematis. Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut:

1) Geometrik

- Kode pendekat

Gunakan arah mata angin atau tanda yang lain yang jelas untuk menamakan pendekatan-pendekatan tersebut. Pintu Gerbang Universitas Brawijaya menggunakan kode pendekat A, Jalan Veteran dari arah timur (Matos) menggunakan kode pendekat B dan Jalan Veteran dari arah barat (ITN) menggunakan kode pendekat C.

- Geometri jalinan

Parameter geometri jalinan meliputi lebar pendekat, lebar jalinan (W_w), dan panjang jalinan (L_w).

Tabel 4.7 Parameter Geometri Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran

	Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar msk	Lebar jalinan	W_E / W_w	Panjang jalinan	W_w / L_w
		Pendekat 1	Pendekat 2	rata-rata W_E	W_w	L_w	W_A	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	AB	7	25	16	14	1,14	45	0,311
2	BC	7,5	19	13,25	8,4	1,58	40	0,210
3	CA	8,4	20	14,2	15	0,95	35	0,429

2) Kondisi arus lalu lintas

Kondisi lalu lintas ini dijabarkan dalam formulir RWEAV I. Arus yang digunakan adalah berdasarkan pada arus puncak pada hari Senin 16 September 2013, pukul 06.20-07.20 WIB.

Hasil survei dengan satuan kendaraan/jam dimasukkan pada kolom 1 untuk LV, kolom 3 untuk HV, kolom 5 untuk MC, dan kolom 7 untuk total seluruh kendaraan. Konversi dari satuan kend/jam menjadi smp/jam dimasukkan pada kolom 2, 4, 6, dan 8.

3) Kapasitas dasar (kolom 25 RWEAV II)

Variabel masukan untuk mendapatkan kapasitas dasar (C_0) adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar jalinan/panjang jalinan (W_w/L_w). Rasio menjalin diperoleh dari baris 23 RWEAV

I. Sebagai contoh perhitungan, digunakan bagian jalinan AB:

$$\begin{aligned} C_0 &= 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \\ &= 135 \times 14^{1,3} \times (1 + 1,14)^{1,5} \times (1 - 0,948/3)^{0,5} \times (1 + 0,311)^{-1,8} \\ &= 6646,64 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Kapasitas Dasar Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-
Jalan Veteran

Bagian Jalinan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
AB	6646,64
BC	5983,76
CA	5618,76

4) Kapasitas (kolom 28 RWEAV II)

Variabel masukan untuk mendapatkan kapasitas (C) adalah kapasitas dasar, faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}), faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}). Faktor-faktor tersebut diperoleh dari kolom 26 dan 27 RWEAV II. Sebagai contoh perhitungan, digunakan bagian jalinan AB:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \\ &= 6646,64 \times 0,94 \times 0,94 = 5873 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Kapasitas Dasar Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-
Jalan Veteran

Bagian Jalinan	Kapasitas (smp/jam)
AB	5873
BC	5287
CA	4965

5) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi dan hasilnya dicatat pada baris 5 kolom 32 RWEAV II. Sebagai contoh perhitungan, digunakan bagian jalinan AB:

$$\begin{aligned} DS &= Q_{\text{smp}}/C \\ &= 2818,6/5873 = 0,48 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Derajat Kejenuhan Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-
Jalan Veteran

Bagian Jalinan	Derajat Kejenuhan
AB	0,48
BC	0,43
CA	0,81

Dari hasil analisa perhitungan, derajat kejenuhan jalinan bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran sebesar 0,82.

6) Tundaan

- Tundaan lalu lintas bundaran

Tundaan lalu lintas bundaran (DT_R) adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk ke dalam bundaran. Tundaan lalu lintas rata-rata semua lalu lintas dalam bundaran dimasukkan dalam baris 6 kolom 34.

$$\begin{aligned} DT_R &= (Q \times DT)/Q_{\text{masuk}} \\ &= 33324,73/5856,2 = 5,69 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

- Tundaan bundaran

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu-lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran. Rumusnya adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu-lintas. Hasilnya dimasukkan dalam baris 7 kolom 34 RWEAV II. Tundaan bundaran dihitung sebagai berikut:

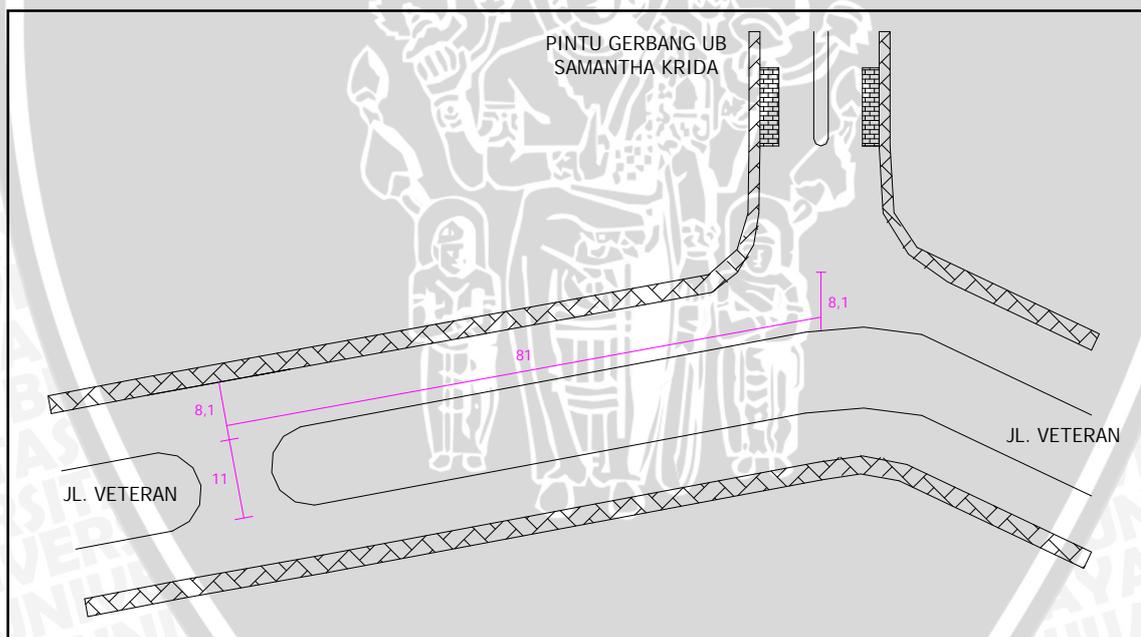
$$\begin{aligned} D_R &= DT_R + 4 \\ &= 5,69 + 4 = 9,69 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

4.2.4 Jalinan Tunggal Jalan Veteran

4.2.4.1 Gambaran Umum



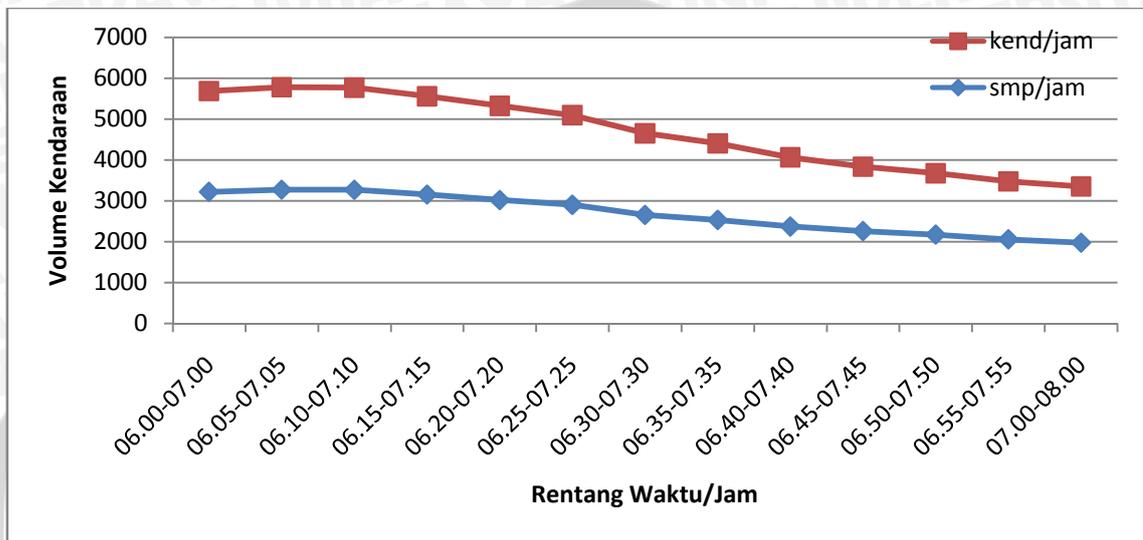
Gambar 4.14 Jalinan Tunggal Jalan Veteran Depan Politeknik Negeri Malang
 Sumber: <https://maps.google.com/>, Oktober 2013



Gambar 4.15 Kondisi Geometrik Jalinan Tunggal Jalan Veteran Depan Politeknik Negeri Malang

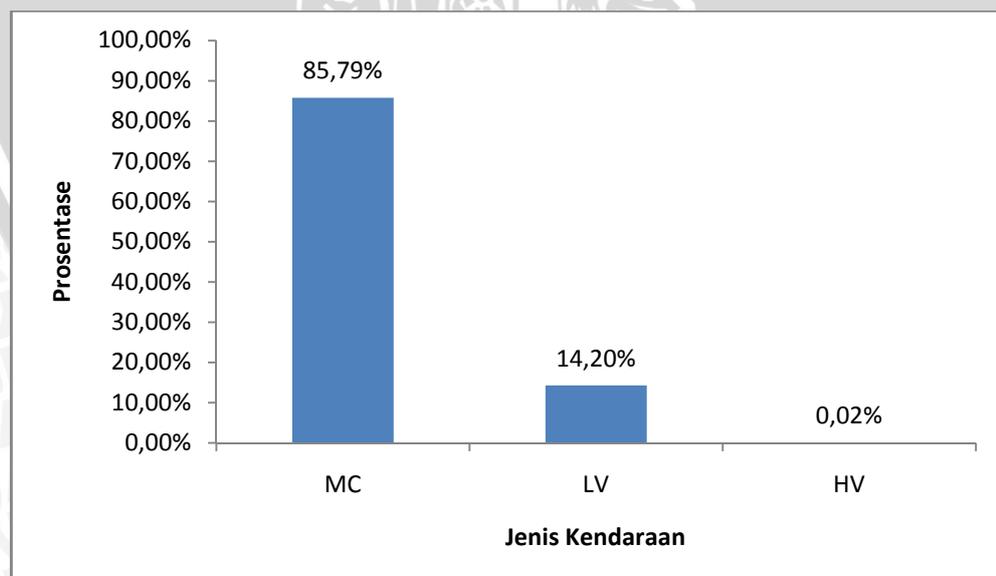
4.2.4.2 Volume Jam Puncak

Volume jam puncak digunakan untuk menganalisis pembebanan dalam penilaian kinerja simpang. Volume jam puncak yang digunakan untuk analisis simpang adalah volume yang terbanyak pada saat survei dilaksanakan. Volume jam puncak terjadi pada hari Senin tanggal 16 September 2013, pukul 06.05-07.05 WIB.



Gambar 4.16 Volume Lalu Lintas Jalinan Tunggal Jalan Veteran

Komposisi lalu lintas pada jalinan tunggal Jalan Veteran didominasi oleh sepeda motor dengan persentase 85,79% dari jumlah seluruh kendaraan.



Gambar 4.17 Komposisi Kendaraan Jalinan Tunggal Jalan Veteran

4.2.4.3 Analisis Kinerja

Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja bagian jalinan tunggal adalah dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan bantuan formulir SWEAV II dan RWEAV II (terlampir). Formulir ini akan membantu proses analisa secara sistematis. Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut:

1) Geometrik

- Kode pendekat

Gunakan arah mata angin atau tanda yang lain yang jelas untuk menamakan pendekatan-pendekatan tersebut. Lihat formulir SWEAV II (terlampir) sebagai informasi untuk kode pendekat bagian jalinan.

- Geometrik jalinan

Parameter geometri jalinan meliputi lebar pendekat, lebar jalinan (W_w), dan panjang jalinan (L_w).

Tabel 4.11 Parameter Geometri Jalinan Tunggal Jalan Veteran

Parameter Geometri Jalinan	Ukuran Bagian Jalinan (m)
Lebar masuk pendekat 1	8,1
Lebar masuk pendekat 2	11
Lebar masuk rata-rata (W_E)	9,55
Lebar jalinan (W_w)	8,1
W_E/W_w	1,179
Panjang jalinan (L_w)	81
W_w/L_w	0,1

2) Kapasitas dasar (kolom 25 RWEAV II)

Variabel masukan untuk mendapatkan kapasitas dasar (C_0) adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar jalinan/panjang jalinan (W_w/L_w). Rasio menjalin diperoleh dari baris 9 kolom 8 SWEAV II. Kapasitas dasar dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 C_0 &= 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \\
 &= 135 \times 8,1^{1,3} \times (1 + 1,179)^{1,5} \times (1 - 0,921/3)^{0,5} \times (1 + 0,1)^{-1,8} \\
 &= 4619,63 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

3) Kapasitas (kolom 28 RWEAV II)

Variabel masukan untuk mendapatkan kapasitas (C) adalah kapasitas dasar, faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}), faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}). Faktor-faktor tersebut diperoleh dari kolom 26 dan 27 RWEAV II. Kapasitas dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \\ &= 4619,63 \times 0,94 \times 0,94 = 4081,90 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Derajat Kejenuhan (kolom 32 RWEAV II)

Variabel masukan untuk mendapatkan derajat kejenuhan (DS) adalah kapasitas (C) dan arus bagian jalinan (Q). Variabel tersebut diperoleh dari kolom 28 RWEAV II untuk kapasitas dan kolom 31 RWEAV II untuk arus bagian jalinan. Derajat kejenuhan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 3274,8/4081,90 = 0,80 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis didapatkan kinerja bundaran sebagai berikut (Tabel 4.12):

Tabel 4.12 Kinerja Jalinan Tunggal Jalan Veteran

Kinerja Jalinan	Bagian Jalinan
Kapasitas dasar (smp/jam)	4619,63
Kapasitas (smp/jam)	4081,90
Derajat kejenuhan	0,80

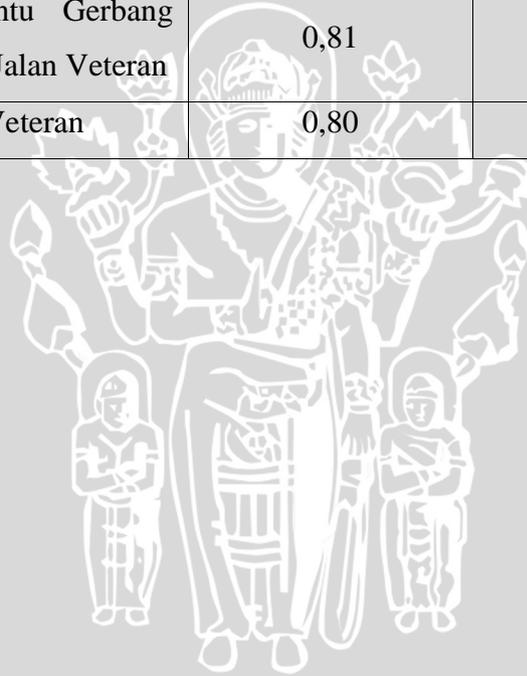
4.2.5 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan indikator yang mencakup gabungan beberapa parameter, baik secara kuantitatif maupun kualitatif, dari ruas jalan dan persimpangan. Penentuan tingkat pelayanan ini akan disesuaikan dengan kondisi arus lalu lintas yang ada di Indonesia.

Dari hasil analisis, didapatkan kinerja pada lokasi kajian sebagai berikut:

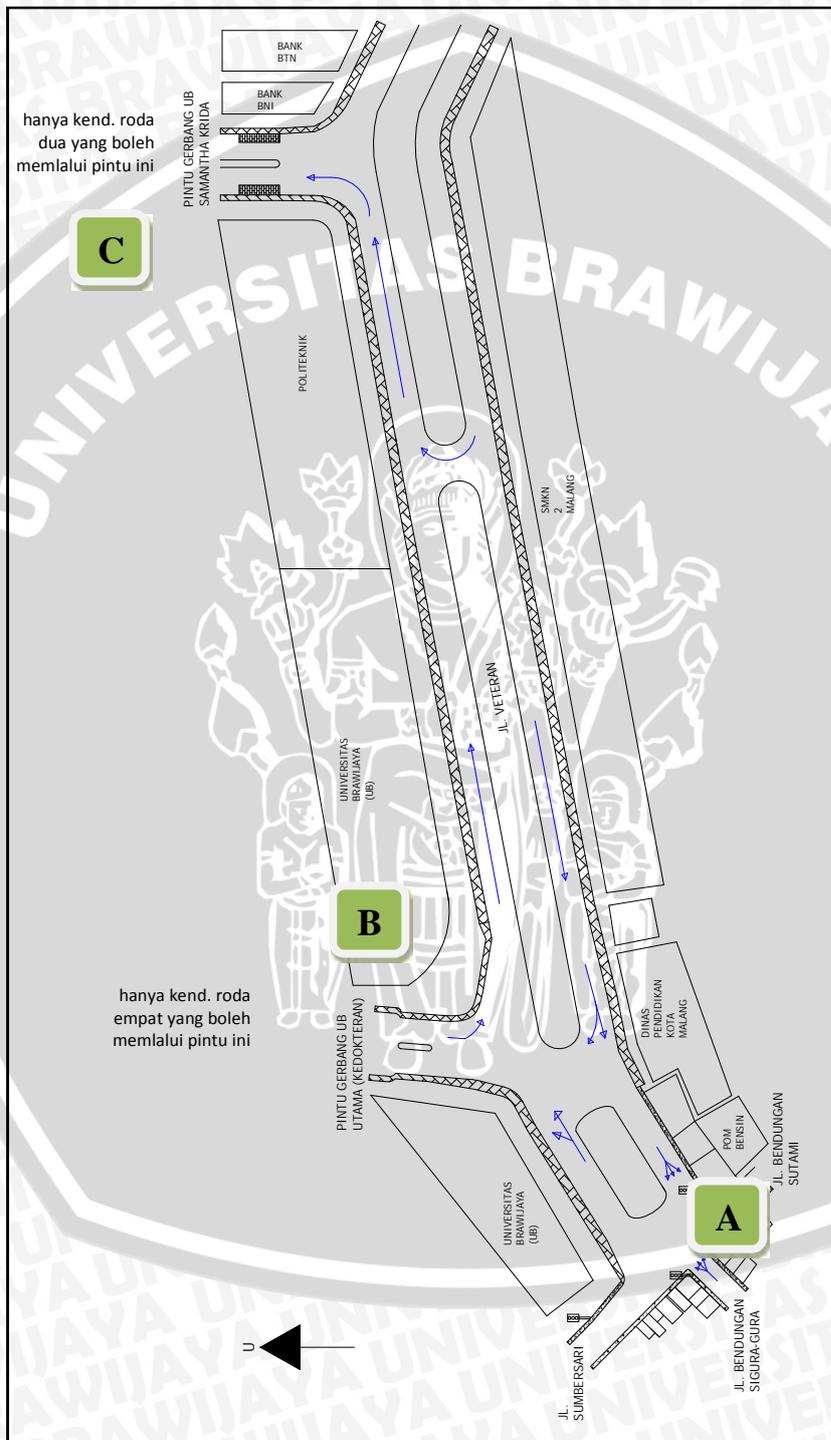
Tabel 4.13 Kinerja Lokasi Kajian

Simpang	DS		LOS
	U		
Simpang Bersinyal Jl. Veteran-Bend. Sigura-Gura	U	0,46	B
	S	1,13	F
	T	1,24	F
	B	1,75	F
Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya-Jalan Veteran	0,81		D
Jalanan Tunggal Jalan Veteran	0,80		D



4.3 Pemecahan Masalah

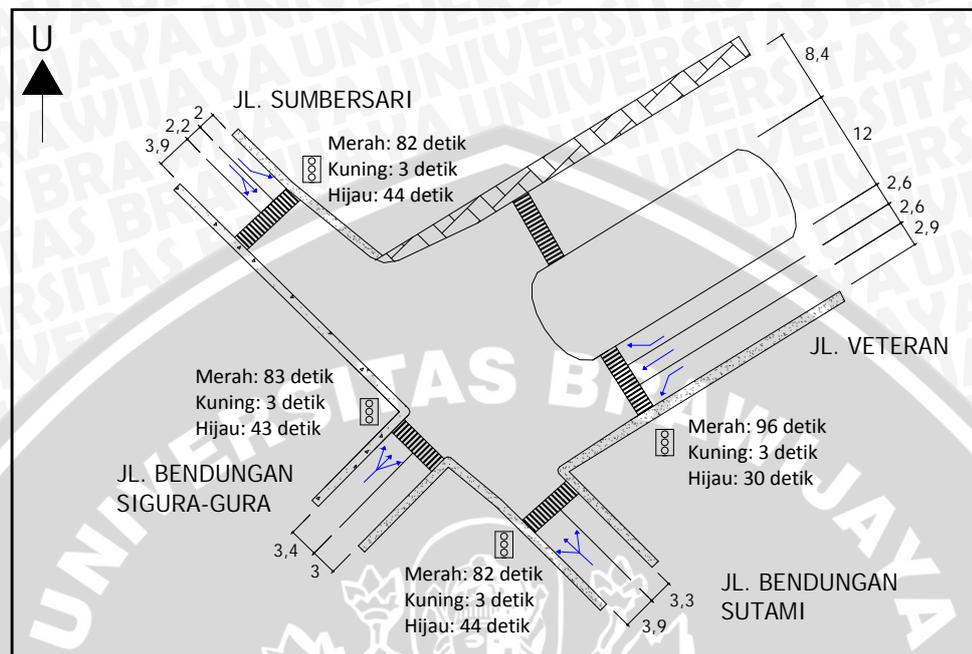
Pada jam puncak di kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran Kota Malang sudah mengalami kemacetan. Adapun langkah antisipasinya dengan melakukan rekayasa lalu lintas.



Gambar 4.18 Rekayasa Lalu Lintas

4.3.1 Pemecahan Masalah Simpang Bersinyal Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura

4.3.1.1 Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I)



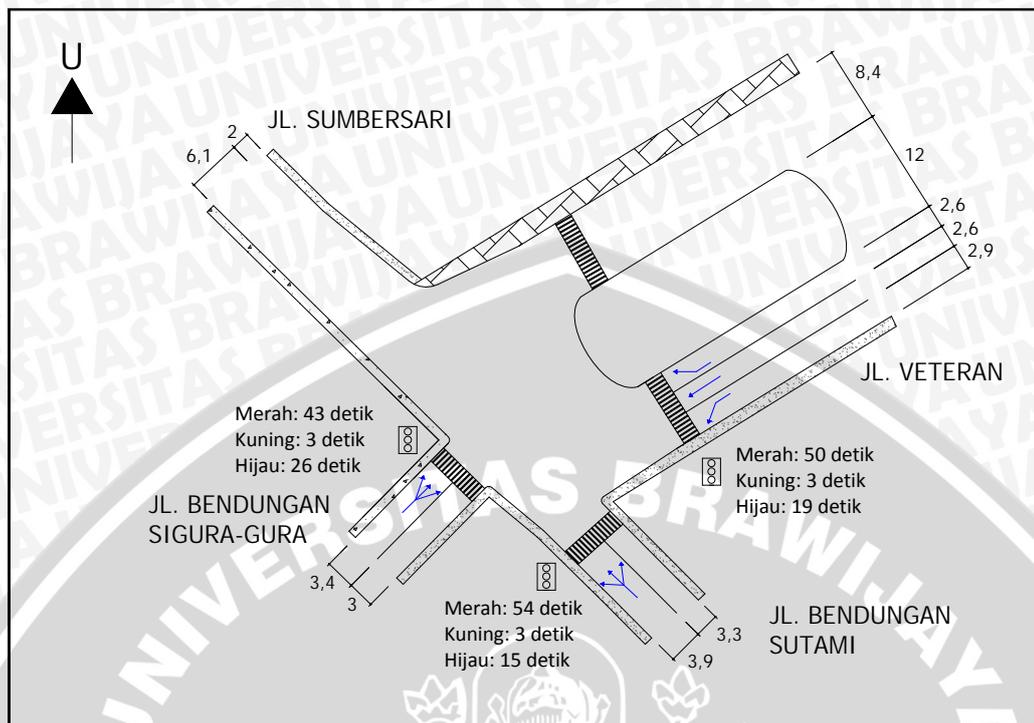
Gambar 4.19 Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I) Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

Perbaikan waktu hijau dilakukan dengan mengatur waktu siklus dan mengontrol waktu hijau pada simpang Bersinyal Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura. Dalam perbaikan waktu hijau ini dilakukan perubahan lampu hijau pada simpang bersinyal Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura menjadi 44 detik untuk pendekat utara dan selatan, 30 detik untuk timur dan 43 detik untuk barat.

Tabel 4.14 Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I)

Simpang Bersinyal		Eksisting		Perbaikan Waktu Hijau (Skenario I)	
		DS	LOS	DS	LOS
Pendekat	U	0,46	B	0,53	B
	S	1,13	F	1,30	F
	T	1,24	F	1,31	F
	B	1,75	F	1,29	F

4.3.1.2 Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II)



Gambar 4.20 Perbaikan Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II) Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

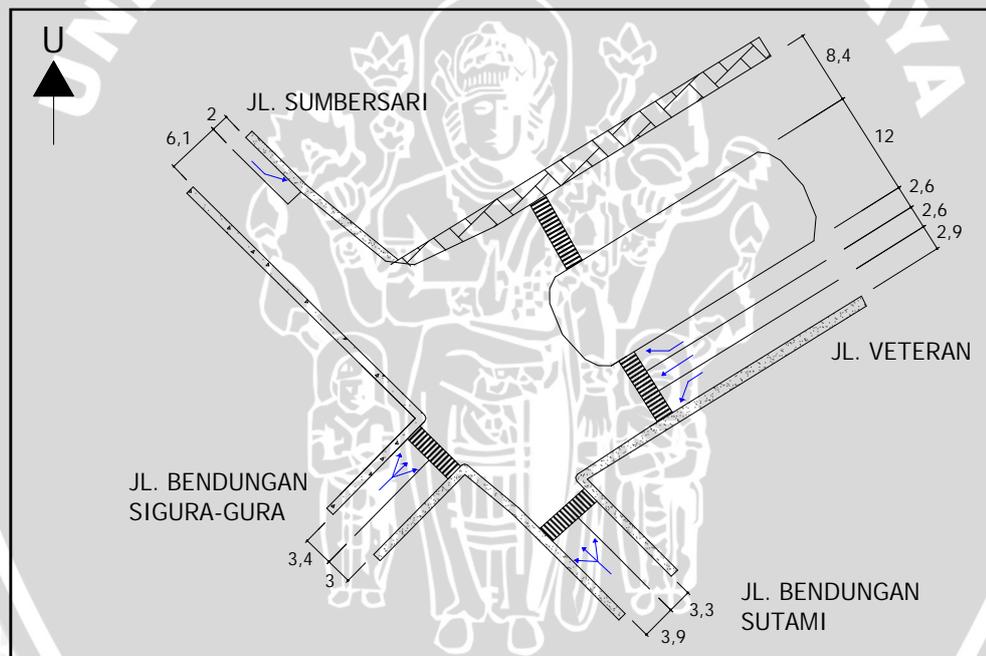
Perbaikan dengan sistem satu arah dengan lampu lalu lintas pada simpang, lebih mempermudah usaha perbaikan dan meminimalisir anggaran yang dibutuhkan selama kinerja perbaikan berlangsung. Solusi sistem satu arah bisa berupa pemberian rambu dan pengaturan lalu lintas menjadi satu arah saja. Akan tetapi solusi ini tidak teralu efisien bagi pengguna jalan, sebab membutuhkan waktu gerak yang lebih lama.

Salah satu lengan pada simpang bersinyal dijadikan satu arah. Arah yang dijadikan satu arah adalah lengan Jalan Sumbersari. Pada Jalan Sumbersari dijadikan jalan keluar saja. Waktu hijau pada setiap fasenya diubah menjadi 15 detik untuk pendekat selatan, 26 detik untuk timur dan 19 detik untuk barat.

Tabel 4.15 Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II)

Simpang Bersinyal		Eksisting		Perbaikan Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas (Skenario II)	
		DS	LOS	DS	LOS
Pendekat	U	0,46	B	-	-
	S	1,13	F	1,79	F
	T	1,24	F	1,74	F
	B	1,75	F	1,80	F

4.3.1.3 Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III)



Gambar 4.21 Perbaikan Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III) Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal adalah dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan bantuan formulir USIG I-II (terlampir). Formulir SIG ini akan membantu proses analisa secara sistematis. Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut:

1) Geometrik

Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi. Untuk simpang 3 lengan, jalan yang menerus merupakan jalan utama. Pendekat jalan minor sebaiknya diberi notasi A dan C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D. Pemberian notasi dibuat searah jarum jam. Pada pendekat Jalan Bendungan Sutami menggunakan kode pendekat A, sedangkan Jalan Veteran dan Jalan Bendungan Sigura-Gura menggunakan kode pendekat B dan D. Lebar pendekat untuk jalan minor A adalah 7,2 m sedangkan lebar pendekat untuk jalan utama B dan D adalah 8,1 m dan 6,4 m

2) Kondisi arus lalu lintas

Kondisi lalu lintas dijabarkan dalam formulir USIG I. Hasil survei dimasukkan ke dalam kolom 3 untuk LV, 5 untuk HV dan 7 untuk MC. Konversi dari satuan kend/jam ke smp/jam dimasukkan pada kolom 4, 6 dan 8.

3) Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu, biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam. Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang didapatkan dari hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor penyesuaian (F). Kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian didapatkan dari kolom 20-27 formulir USIG II. Hasilnya kemudian dimasukkan pada kolom 28 USIG II.

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\ &= 3400 \times 1,107 \times 1,2 \times 0,94 \times 0,93 \times 1,08 \times 1 \times 0,92 \\ &= 3992,01 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4) Derajat kejenuhan

Menurut MKJI (1997), derajat kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) dan hasilnya dicatat di kolom 31 USIG II.

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q_{\text{smp}}}{C} \\ &= 5239,9/3992,01 = 1,31 \end{aligned}$$

5) Tundaan

Tundaan simpang didapatkan dari tundaan lalu lintas simpang (DT_1) yang diperoleh dari kolom 32 USIG II ditambahkan dengan tundaan geometrik simpang (DG) yang diperoleh dari kolom 35 USIG II. Tundaan simpang dihitung sebagai berikut:

$$D = DG + DT_1$$

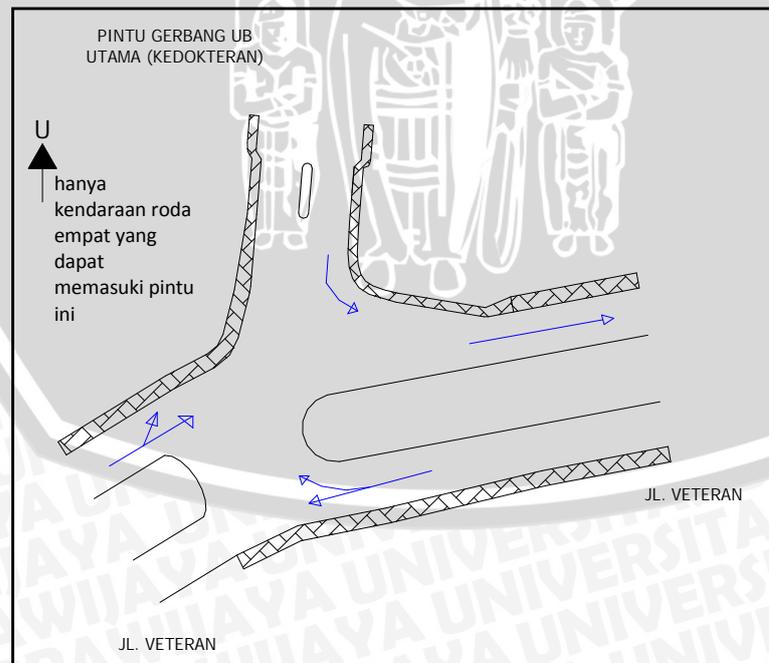
$$= 4,17 + 170,94 = 175,11 \text{ det/smp}$$

Tabel 4.16 Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III)

Simpang Bersinyal		Eksisting		Perbaikan Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas (Skenario III)	
		DS	LOS	DS	LOS
Pendekat	U	0,46	B	1,31	F
	S	1,13	F		
	T	1,24	F		
	B	1,75	F		

Pada skenario ini, Jalan Sumbersari dijadikan jalan satu arah dan jalan tersebut hanya untuk jalan keluar. Pada kondisi ini simpang bersinyal diubah menjadi simpang tak bersinyal. Nilai DS yang dihasilkan pada skenario ini adalah 1,31.

4.3.2 Pemecahan Masalah Jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya



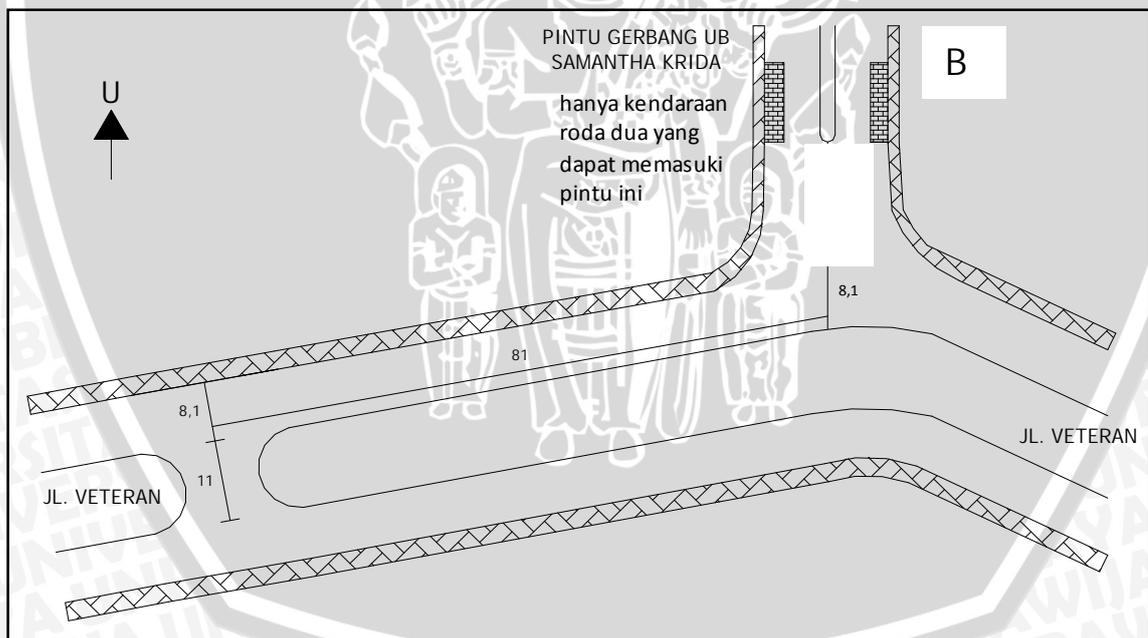
Gambar 4.22 Perbaikan Jalanan Bundaran Dengan Menutup Sebagian Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Sisi Timur

Tabel 4.17 Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Perbaikan Dengan Menutup Bundaran Sebagian Sisi Timur

Pilihan	DS	LOS
Eksisting	0,81	D
Perbaikan Dengan Menutup Bundaran Sebagian Pada Sisi Timur	0,58	C

Dari Tabel 4.17 nampak bahwa derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting adalah 0,81 dan setelah diperbaiki DS menjadi 0,58. Terjadi penurunan DS sebesar 29% dan peningkatan LOS menjadi C.

Akibat dari pintu gerbang Universitas Brawijaya (UB) sisi kedokteran hanya untuk mobil saja, maka pengendara kendaraan roda dua memerlukan rute lain untuk masuk ke UB. Pengendara roda dua yang semula melalui pintu gerbang UB sisi kedokteran diprediksi akan mengubah pergerakan melalui pintu gerbang UB sisi Samantha Krida.



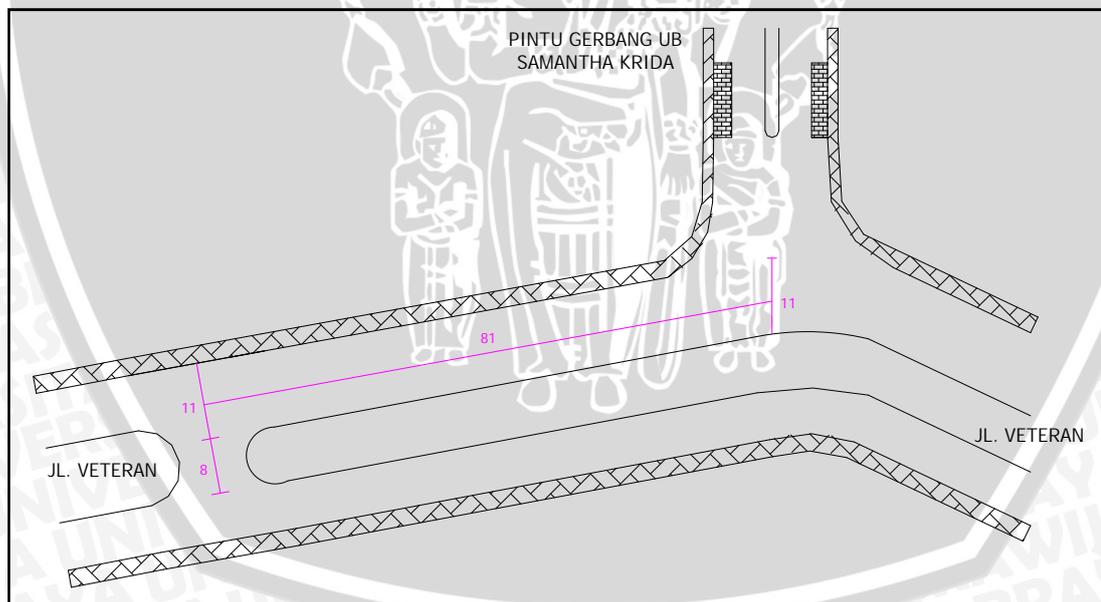
Gambar 4.23 Jalanan Tunggal Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat

Tabel 4.18 Tingkat Pelayanan *U-Turn* Pada Kondisi Eksisting dan Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat

Pilihan	DS	LOS
Eksisting	0,80	D
Akibat bundaran ditutup sebagian sisi timur	1,03	F

Dari Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa akibat pintu gerbang UB sisi kedokteran hanya untuk mobil saja maka terjadi perubahan arah pergerakan bagi pengendara roda. Derajat Kejenuhan *U-Turn* pada kondisi eksisting adalah 0,80 menjadi 1,03. Terjadi peningkatan DS karena prediksi roda dua yang semula melalui pintu gerbang UB sisi kedokteran dialihkan semua ke pintu gerbang UB sisi Samantha Krida.

Derajat kejenuhan (DS) jalinan tunggal Jalan Veteran akibat bundaran ditutup sebagian adalah 1,03. Solusi agar DS tersebut bisa berkurang adalah dengan melebarkan lebar masuk dan lebar jalinan. Lebar masuk pendekat satu dan dua yang awalnya 8,1 m dan 11 m diubah menjadi 11 m dan 8 m sedangkan lebar jalinan yang semula 8,1 m diubah menjadi 11 m. Hasil DS bisa lihat pada Tabel 4.19.



Gambar 4.24 Perbaikan Pelebaran Jalinan Tunggal Jalan Veteran

Tabel 4.19 Tingkat Pelayanan *U-Turn* Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat dan Setelah Perbaikan Pelebaran

Pilihan	DS	LOS
Akibat bundaran ditutup sebagian sisi timur	1,03	F
Perbaikan Pelebaran	0,93	E

Dari Tabel 4.19 nampak bahwa DS masih tinggi meskipun telah terjadi perbaikan. Hal ini perlu ada peninjauan lebih lanjut atau skenario perubahan arah untuk mengurangi jumlah kendaraan yang melalui fasilitas *U-Turn*.

4.4 Perbandingan Kinerja Perbaikan Simpang Bersinyal Dengan Kinerja Kebijakan Arus Satu Arah (Pemkot Malang)

Dari hasil analisis pada kondisi sekarang ini, kinerja simpang Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura akibat kebijakan pemerintah kota Malang didapatkan derajat kejenuhan sebesar 1,31. Pemerintah kota Malang menerapkan jalan satu arah pada jalan Sumbersari dan simpang bersinyal diubah menjadi simpang tak bersinyal. Perbandingan kinerja simpang Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura pada saat kondisi eksisting, kondisi perbaikan dan kondisi saat ini bisa dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Tingkat Pelayanan Pada Kondisi Eksisting dan Skenario

Simpang Bersinyal		Eksisting		Skenario I		Skenario II		Skenario III	
		DS	LOS	DS	LOS	DS	LOS	DS	LOS
Pendekat	U	0,46	C	0,53	C	-	-		
	S	1,13	F	1,31	F	1,79	F	1,31	F
	T	1,24	F	1,38	F	1,74	F		
	B	1,75	F	1,34	F	1,80	F		

Keterangan:

Eksisting = Simpang bersinyal empat lengan

Skenario I = Perbaikan waktu hijau

Skenario II = Perbaikan sistem satu arah dengan lampu lalu lintas

Skenario III = Saat ini (Simpang tidak bersinyal dengan Jalan Sumbersari menjadi jalan 1 arah)

Tabel 4.20 memperlihatkan nilai DS dan LOS pada kondisi eksisting dan 3 skenario yang ditinjau. Pada kondisi eksisting derajat kejenuhan (DS) yang dihasilkan oleh simpang tersebut tidak rata yang artinya adalah simpang tersebut belum optimal. Oleh sebab itu perlu adanya skenario untuk memperbaikinya agar lebih optimal.

Pada perbaikan waktu hijau (skenario I), DS yang dihasilkan oleh simpang tersebut sudah rata. Dalam skenario I, perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas-batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari simpang adalah tidak mencukupi. Apabila hal ini dipaksakan maka tundaan akan meningkat.

Dalam skenario II, Jalan Sumbersari dijadikan jalan satu arah dan jalan tersebut hanya untuk jalan keluar. Derajat kejenuhan pada simpang dalam skenario II sudah rata tetapi nilai DS yang dihasilkan lebih tinggi daripada nilai DS pada kondisi eksisting dan skenario I. Namun demikian, waktu siklus pada skenario II berada pada batas-batas waktu siklus yang disarankan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Pada kondisi skenario III, Jalan Sumbersari dijadikan jalan satu arah dan jalan tersebut hanya untuk jalan keluar. Pada kondisi ini simpang bersinyal diubah menjadi simpang tak bersinyal. Nilai DS yang dihasilkan pada skenario ini adalah 1,31. Nilai DS pada skenario ini lebih kecil daripada nilai DS pada skenario yang lain. Oleh sebab itu, skenario yang sesuai untuk simpang tersebut adalah skenario ini.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari serangkaian hasil perhitungan dan analisa data volume kendaraan dan geometrik jalan raya pada kondisi eksisting dengan menggunakan metode Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI, 1997) didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting derajat kejenuhan simpang bersinyal empat kaki Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura adalah 0,46 untuk pendekat utara; 1,13 pendekat selatan; 1,24 pendekat timur dan 1,75 pendekat barat.

Kondisi eksisting jalinan bundaran pintu gerbang Universitas Brawijaya didapatkan derajat kejenuhan sebesar 0,81.

Kondisi eksisting jalinan tunggal Jalan Veteran (depan Poltek) didapatkan derajat kejenuhan sebesar 0,80.

2. Perbaikan kinerja untuk simpang bersinyal empat kaki Jalan Sumbersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura adalah dengan menjadikan salah satu lengan yaitu lengan Jalan Sumbersari menjadi satu arah dan simpang bersinyal diubah menjadi simpang tak bersinyal. Derajat kejenuhan didapatkan 1,31.

Perbaikan kinerja jalinan bundaran pintu gerbang Universitas Brawijaya adalah dengan menutup sebagian bundaran pada sisi timur dan pintu gerbang Universitas Brawijaya sisi kedokteran hanya boleh dilalui kendaraan roda empat. Dari perbaikan ini didapatkan derajat kejenuhan 0,58. Akibat dari perbaikan ini kondisi jalinan tunggal Jalan Veteran mengalami peningkatan derajat kejenuhan menjadi 1,03. Untuk menurunkan nilai derajat kejenuhan pada jalinan tunggal jalan veteran dilakukan perubahan pada lebar masuk pendekat satu dan dua serta lebar jalinan. Hasil derajat kejenuhan yang didapatkan setelah adanya perbaikan adalah sebesar 0,93. Nilai DS masih tinggi meskipun telah terjadi perbaikan. Hal ini perlu ada peninjauan lebih lanjut atau skenario perubahan arah untuk mengurangi jumlah kendaraan yang melalui fasilitas *U-Turn*.



5.2 Rekomendasi

Dari analisis yang telah dilakukan, untuk memecahkan masalah pada simpang bersinyal empat kaki Jalan Sumpersari - Jalan Veteran - Jalan Bendungan Sutami - Jalan Bendungan Sigura-Gura adalah dengan melakukan perubahan dari bersinyal menjadi tak bersinyal dengan catatan pengendara dapat bergantian atau memberi jalan atau kesempatan ke pengendara lain sehingga tidak terjadi kemacetan ataupun kecelakaan. Pemecahan masalah untuk jalanan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya – Jalan Veteran adalah dengan ditutup sebagian pada sisi timur.

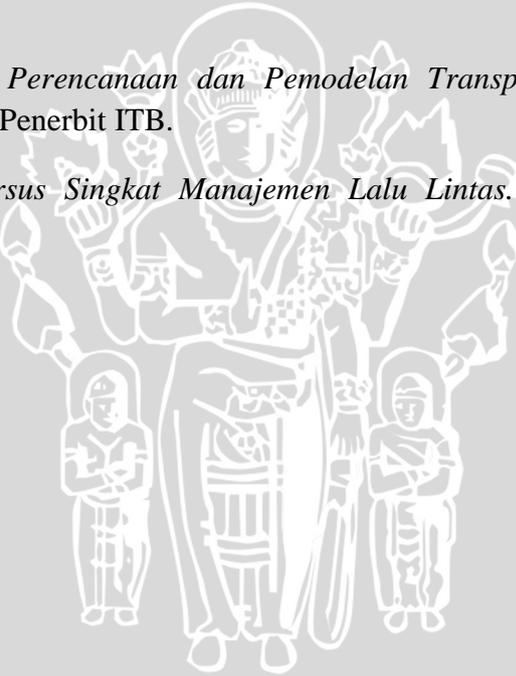
5.3 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemasangan rambu – rambu lalu lintas untuk menunjang perbaikan kinerja jaringan jalan di kawasan pintu gerbang Universitas Brawijaya jalan Veteran kota Malang.
2. Untuk perbaikan jangka pendek pada simpang bersinyal dapat dilakukan perbaikan dengan cara sistem satu arah pada jalan Sumpersari karena merupakan alternatif yang paling mudah untuk dilaksanakan. Dalam jangka yang panjang, alternatif yang dapat dipertimbangkan adalah pengembangan jaringan jalan.
3. Untuk perbaikan kendaraan roda empat yang ingin masuk melalui pintu gerbang Universitas Brawijaya sisi kedokteran dibuat lajur selebar 2,5 m. Pelebaran tersebut diambil dari median jalan, sehingga kendaraan tidak mendapatkan antrian akibat simpang yang berdekatan dengan pintu gerbang Universitas Brawijaya sisi kedokteran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik A. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*, Edisi Revisi. Malang: UPT UMM.
- Brilliant, A. F. 2013. *Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal Di Kota Malang Bagian Utara*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya
- Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Pemerintah Kota Malang. <http://dispendukcapil.malangkota.go.id/>. (diakses 31 Oktober 2013)
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Edisi Kedua. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Khisty. C.J, Kent L.B, 2005, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*, Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Tamim, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi Kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Tri, Tjahjono. 1995. *Kursus Singkat Manajemen Lalu Lintas*. Jakarta: Universitas Indonesia.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Survei Simpang dan Jalanan

VOLUME LALU LINTAS

Waktu
Arah
Cuaca

Hari, Tanggal
Lokasi
Surveyor

Waktu	Menit	UM		MC Sepeda Motor	Kend. Ringan (LV)		Kend. Berat (HV)											
		Kend. Tak Bermotor	Bermotor		Sedan/Jeep/ Pick Up	Mikrolet	Bus Sedang	Bus Besarnya	Truk Sedang 2 As	Truk Besarnya 2 As	Truk Besarnya 3 As	Truk Gandang	Truk Kontainer					
06.00-07.00	00-05																	
	05-10																	
	10-15																	
	15-20																	
	20-25																	
	25-30																	
	30-35																	
	35-40																	
	40-45																	
	45-50																	
07.00-08.00	50-55																	
	55-60																	
	00-05																	
	05-10																	
	10-15																	
	15-20																	
	20-25																	
	25-30																	
	30-35																	
	35-40																	
40-45																		
45-50																		
50-55																		
55-60																		



Lampiran 2. Rekap Jam Puncak

Periode	Volume (smp/jam)					
	Simpang Bersinyal		Bundaran		U-Turn	
	Jumat	Senin	Jumat	Senin	Jumat	Senin
06.00-07.00	4144,3	4385,4	5030	5379,6	2542	3223,3
06.05-07.05	4193	4541	5097,5	5634,1	2528,5	3274,8
06.10-07.10	4236,8	4651,8	5147,3	5774,1	2477	3271,8
06.15-07.15	4291,2	4672,8	5211,8	5783,9	2438	3156,8
06.20-07.20	4379,4	4720,7	5385,5	5856,2	2378,8	3022,8
06.25-07.25	4395,6	4732,4	5382	5817	2331,3	2904,3
06.30-07.30	4259,2	4641,9	5202,5	5702,8	2214,8	2657,8
06.35-07.35	4222,7	4545,3	5031	5556	2141,3	2535,8
06.40-07.40	4166,7	4524,6	4967,8	5388,3	2098,3	2374,8
06.45-07.45	4067,7	4488,5	4798,2	5265,2	1954,1	2263,5
06.50-07.50	3948,5	4463,7	4660,2	5194,2	1865,6	2178
06.55-07.55	3881,5	4371,1	4544	5053,2	1827,6	2061,5
07.00-08.00	3771,6	4327	4372,9	4911	1756,1	1980
11.00-12.00	3081,5		3761,3		1907,6	
11.05-12.05	2957,1		3576,3		1797,1	
11.10-12.10	2863		3423,8		1693,6	
11.15-12.15	2794,4		3280,6		1582,4	
11.20-12.20	2774,6		3163,4		1480,9	
11.25-12.25	2804,4		3085,1		1412,1	
11.30-12.30	2803,4		3055,6		1349,9	
11.35-12.35	2870,8		3026,4		1290,4	
11.40-12.40	2951,2		3002,6		1257,1	
11.45-12.45	3088,8		3178,1		1303,6	
11.50-12.50	3226		3313		1358,1	
11.55-12.55	3410,8		3526,2		1422,1	
12.00-13.00	3567,5		3786,9		1535,8	
15.00-16.00	3843,5	4270,5	4775,3	5343,8	1679,3	2397,6
15.05-16.05	3911,4	4261,1	4880,3	5364,5	1743,8	2459,6
15.10-16.10	3985,6	4259,5	4929,9	5390,7	1820,6	2507,3
15.15-16.15	4023,5	4233,8	5012,6	5408,4	1946,5	2546,5
15.20-16.20	4020,2	4159,9	5090,3	5328,9	2030,2	2613,5
15.25-16.25	4055,3	3965,7	5151	5148,1	2128,9	2619,5
15.30-16.30	4096,5	3732,5	5262,3	4882	2229,3	2528,1
15.35-16.35	4010,8	3530,8	5296,2	4664,2	2333,9	2439,1
15.40-16.40	4013,5	3414,5	5365,3	4480,3	2391,9	2390,7
15.45-16.45	4069	3276,3	5396,8	4328,6	2464,1	2333,3
15.50-16.50	4000,1	3279,5	5286,9	4288,6	2423,7	2314,8
15.55-16.55	3945,9	3236,2	5242,1	4192,4	2389,9	2304,8
16.00-17.00	3970,5	3219,4	5249,6	4124,9	2384,9	2239,8

Lampiran 3. Data Rekap Saat Jam Puncak

Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

Senin, 06.25-07.25

Pendekat	Arah		Jenis Kendaraan			UM
			MC	LV	HV	
U	LT	Jl. Sumpersari - Jl. Veteran	2551	302	0	17
	ST	Jl. Sumpersari - Jl. Bend. Sutami	1379	156	11	5
	RT	Jl. Sumpersari - Jl. Bend. Sigura-Gura	156	8	0	2
T	LT	Jl. Veteran - Jl. Bend. Sutami	674	70	2	7
	ST	Jl. Veteran - Jl. Bend. Sigura-Gura	780	93	1	7
	RT	Jl. Veteran - Jl. Sumpersari	1096	234	8	2
S	LT	Jl. Bend. Sutami - Jl. Bend. Sigura-Gura	339	22	2	2
	ST	Jl. Bend. Sutami - Jl. Sumpersari	1510	166	12	5
	RT	Jl. Bend. Sutami - Jl. Veteran	1124	83	2	10
B	LT	Jl. Bend. Sigura-Gura - Jl. Sumpersari	90	13	0	0
	ST	Jl. Bend. Sigura-Gura - Jl. Veteran	1845	268	0	36
	RT	Jl. Bend. Sigura-Gura - Jl. Bend. Sutami	499	23	2	2
TOTAL			12043	1438	40	95

Jalanan Bundaran Jalan Veteran – Pintu Gerbang Universitas Brawijaya sisi kedokteran

Senin 06.20-07.20

Pendekat	Arah		Jenis Kendaraan (kend/jam)			UM
			MC	LV	HV	
U/A	LT	Pintu UB - Jl. Veteran (matos)	137	61	0	1
	RT	Pintu UB - Jl. Veteran (ITN)	148	30	1	6
T/B	ST	Jl. Veteran (matos) - ITN	2473	366	10	10
	RT	Jl. Veteran (matos) - Pintu UB	760	156	1	5
	UT	Jl. Veteran (matos) - Jl. Veteran (matos)	5	21	0	0
B/C	LT	Jl. Veteran (ITN) - Pintu UB	1639	64	1	41
	ST	Jl. Veteran (ITN) - Jl. Veteran (matos)	3938	572	1	22
	UT	Jl. Veteran (ITN) - Jl. Veteran (ITN)	28	4	0	0
TOTAL			9128	1274	14	85

Jalanan Tunggal (U-Turn) Jalan Veteran (depan Politeknik Negeri Malang)

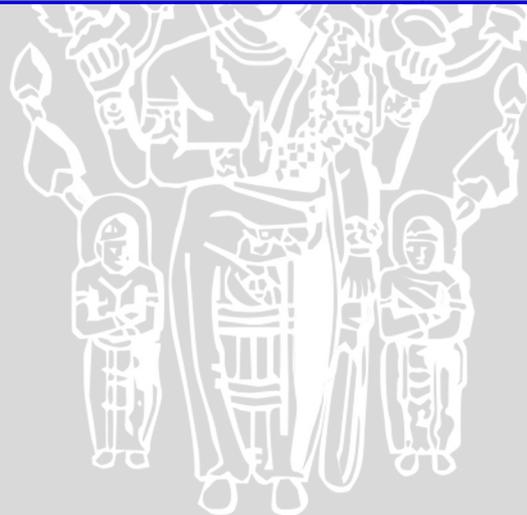
Senin 06.05-07.05

Pendekat	Arah		Jenis Kendaraan			UM
			MC	LV	HV	
A	AB	Jl. Veteran (ITN) - Pintu UB Samantha Krida	174	46	0	3
	AC	Jl. Veteran (ITN) - Jl. Veteran (Matos)	4056	647	1	25
D	DB	Jl. Veteran (Matos) - Pintu UB Samantha Krida	538	71	0	10
	DC	Jl. Veteran (Matos) - Jl. Veteran (Matos)	151	50	0	5
TOTAL			4919	814	1	43

Lampiran 4. Data Perhitungan Derajat Kejenuhan Eksisting

Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

FORMULIR SIG - V																		
SIMPANG BERSINYAL Fungsi SIG-V:		BANDANG JENDELA JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN								Dangdut Kora - Malang Sigura - Jl. Veteran - Jl. Bend. Sigura-Gura		Dangdut Sema - Jember Radele - Jember						
Kode tanda	Arah Lalu Lintas melajar Q	Kapasitas stop/sig Q	Dangdut Tunda 100 %	Dangdut 100 %	Jumlah kendaraan (org)			Dangdut maks Q1	Kend Kend 85 %	Jumlah Kend berhenti N stop/sig	Lalu Lintas Kapasitas Q1 des	Tundaan						
					N-Q1	N-Q2	Total N-Q1-N-Q2					NUMERAN Q1	Guarant Rate-Rate 100 %	Rate-Rate 100 %	Tundaan total Q1 x 100 exp. sig %			
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16			
A	152	1118	0,10	0,198	0,188	16,7	16,7	16,7	121,220	0,0981	230	230	0,7	23,8	2010,2			
S	100	1118	1,1	0,198	0,198	41,101	41,9	19,71	10,408	0,140	610	610	0,7	39,3	6794,0			
T	714	278	1,24	0,242	0,242	71,731	21,0	03,7	300,220	4,1072	2975	480,8	7,1	490,8	35476,4			
B	708	453	1,75	0,242	0,242	172,048	20,8	201,8	1186,874	8,0780	8400	1410,0	25,6	1444,0	114615,4			
LULU (semas)		1000														611,9		
Jenis sig															Total	14262	Total	1093346,01
Arah total		4804	bendungan tundaan rata-rata stop/sig :													3,972	tundaan ambans rata-rata (des. sig) :	401,39
Catatan :																		
Arah-Rate = Arah yang di limes																		



Jalanan Bundaran Jalan Veteran – Pintu Gerbang Universitas Brawijaya sisi kedokteran

FORMULIR RWEAV - II

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-II: - ANALISA	Tanggal:	Ditangani oleh:	: Yusrizal
	Kota: Malang	Ukuran kota juta org:	: 0,8 juta
	Jalan A-B: Pintu UB-Jl.Veteran	Lingkungan jalan:	: Komersial
	Jalan B-C: Jl. Veteran	Hambatan samping:	: sedang
	Soal: eksisting	Periode:	:

1. Parameter geometri bagian jalinan

	Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar msk rata-rata W_E	Lebar jalinan W_W	W_E / W_W	Panjang jalinan L_W	W_W/L_W W_A
		Pendekat 1	Pendekat 2					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	AB	7	25	16	14	1,14	45	0,311
2	BC	7,5	19	13,25	8,4	1,58	40	0,210
3	CA	8,4	20	14,2	15	0,95	35	0,429
4								

2. Kapasitas

	Bagian jalinan	Faktor W_W	Faktor W_E / W_W	Faktor P_W	Faktor W_A	Kapasitas dasar C_0 smp/jam	Faktor penyesuaian		Kapasitas C smp/jam
							Ukran kota F_{CS}	Lingk Jalan F_{RS}	
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	AB	4171,58	3,14	0,83	0,61	6646,64	0,94	0,94	5873
2	BC	2147,32	4,14	0,95	0,71	5983,76	0,94	0,94	5287
3	CA	4563,02	2,72	0,86	0,53	5618,76	0,94	0,94	4965
4									

3. Perilaku lalu lintas

	Bagian jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (31) / (28)	Tundaan lalu lintas DT det/smp	Tundaan lalu lintas total $DT_{TOT} = Q \times DT$ (31) x (33) det/jam	Peluang antrian QP%		Sasaran
						bts bwh	bts atas	
	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)		(36)
1	AB	2818,6	0,48	2,25	6344,03	6	12	
2	BC	2299,6	0,43	2,04	4690,62	5	10	
3	CA	4005,9	0,81	5,56	22290,07	19	42	
4								
5	DS dari jalinan DS_R		0,81	Total	33324,73			
6	Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata DT_R det/smp				5,69			
7	Tundaan bundara rata-rata D_R ($DT_R + 4$) det/smp				9,69			
8	Peluang antrian bundaran QP%					19-42		

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (37)

Jalian Tunggal (*U-Turn*) Jalan Veteran (depan Politeknik Negeri Malang)

FORMULIR RWEAV - II

BAGIAN JALINAN BUNARAN FORMULIR RWEAV-II: - ANALISA	Tanggal:		Ditangani oleh:	Yusrizal
	Kota:	Malang	Ukuran kota juta org:	0,8 juta
	Jalan A-C:	Jl. Veteran	Lingkungan jalan:	komersial
	Jalan B-D:	Pintu UB (samantha)	Hambatan samping:	sedang
	Soal:	eksisting	Periode:	

1. Parameter geometri bagian jalinan

	Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar msk rata-rata W_E	Lebar jalinan W_W	W_E / W_W	Panjang jalinan L_W	$W_A = W_W / L_W$
		Pendekat 1	Pendekat 2					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	1	8,1	11	9,55	8,1	1,179	81	0,1
2								
3								
4								

2. Kapasitas

	Bagian jalinan	Faktor W_W	Faktor W_E / W_W	Faktor P_W	Faktor W_A	Kapasitas dasar C_0 smp/jam	Faktor penyesuaian		Kapasitas C smp/jam
							Ukrm kota F_{CS}	Lingk Jalan F_{RS}	
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	1	2048,16	3,22	0,83	0,84	4619,63	0,94	0,94	4081,90
2									
3									
4									

3. Perilaku lalu lintas

	Bagian jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (31)/(28)	Kecepatan arus bebas $V_0 = \text{faktor } P_W$	Kecepatan tempuh V		Waktu tempuh rata-rata TT det	Sasaran
					Faktor DS	V (33) x (34) km/j		
	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)
1	1	3274,8	0,80	29,80	0,72	21,52	13,55	
2								
3								
4								

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (38)

Lampiran 5. Data Perhitungan Derajat Kejenuhan Perbaikan

Perbaikan Simpang Bersinyal Jalan Veteran – Jalan Bendungan Sigura-Gura

1. Skenario I (Perbaikan waktu hijau)

FORMULIR SIG - V																	
SIMPANG BERSINYAL										Jumlah		Durasi					
Perbaikan SIG V -										Kor		Pembay					
PANJANG ASTRIAN										Simpang		Jl Veteran di Bend Sigura-gura					
JMLAH KENDARAAN TERDIRI										Waktu Saling		Perada					
TITIK 4 AN										Waktu Saling		Perada					
Kode	Jenis	Jumlah	Kapasitas	Derajat	Rasio	Jumlah kendaraan unit (smp)				Pasangan	Rasio	Tanda	Tunasan				
						NOI	NOI	Total	NO/MAK				QL	Kand	Kand	Lalu Lintas	Geometri
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
C	702	1480	0,52	0,341	0,082	22,0	22,0	22,0	206,204	0,107	576	14,4	2,0	27,9	2928,2		
S	1481	1135	1,30	0,341	174,344	61,0	235,2	---	1216,636	4,924	590	692,1	6,7	61,0	2091,637		
E	14	24	1,71	0,232	10,16	28,2	114,0	---	425,421	1,018	28,0	621,1	1,0	62,1	4432,5		
H	40	616	1,79	0,311	61,10	11,2	131,8	---	111,40	1,916	111,4	15,8	7,0	64,6	1192,14		
LTOR (zaman)										Total		17,04		6		6118	
Asas kor										Kendaraan beibasi (smp)		2,613		Tunasan simpang (smp) (lalu lomp)		11611,941	
Asas total										(80)		3,613		Tunasan simpang (smp) (lalu lomp)		3387,0	
Catatan :																	
Asas Kor = Asas yang dibebaskan																	

2. Skenario II (Sistem Satu Arah Dengan Lampu Lalu Lintas)

FORMULIR SIG - V																	
SIMPANG BERSINYAL										Jumlah		Durasi					
Perbaikan SIG V -										Kor		Pembay					
PANJANG ASTRIAN										Simpang		Jl Veteran di Bend Sigura-gura					
JMLAH KENDARAAN TERDIRI										Waktu Saling		Perada					
TITIK 4 AN										Waktu Saling		Perada					
Kode	Jenis	Jumlah	Kapasitas	Derajat	Rasio	Jumlah kendaraan unit (smp)				Pasangan	Rasio	Tanda	Tunasan				
						NOI	NOI	Total	NO/MAK				QL	Kand	Kand	Lalu Lintas	Geometri
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
C	702	1480	0,52	0,341	0,082	22,0	22,0	22,0	206,204	0,107	576	14,4	2,0	27,9	2928,2		
S	1338	747	1,79	0,338	207,110	35,8	391,5	---	1200,167	11,133	1401	1473,8	23,1	140,1	20621,17		
E	103	621	1,74	0,294	21,145	25,2	238,0	---	391,962	10,822	110,0	121,4	13,1	128,0	149210,0		
H	1144	66	1,86	0,301	38,100	11,4	111,1	---	1454,614	11,670	1342	116,1	6,8	131,9	142104,1		
LTOR (zaman)										Total		10,62		6		1680	
Asas kor										Kendaraan beibasi (smp)		10,337		Tunasan simpang (smp) (lalu lomp)		171471,06	
Asas total										3927		10,337		Tunasan simpang (smp) (lalu lomp)		171471,06	
Catatan :																	
Asas Kor = Asas yang dibebaskan																	

3. Skenario III (Sistem Satu Arah Tanpa Lampu Lalu Lintas)

FORMULIR USIG - II

SIMPANG TAK BERSINYAL FORMULIR USIG - II - ANALISA		Tanggal :	Ditangani oleh :		Yusrizal													
		Kota :	Ukuran kota :		Sedang (0,8 juta)													
		Jl. utama :	Lingkungan jalan :		Komersial													
		Jl. minor :	Hambatan samping :		Tinggi													
		Soal :	Periode :															
1. Lebar pendekat dan tipe simpang																		
Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe simpang							
		Jalan minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_l	Jalan minor	Jalan utama								
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}											
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)								
Saat ini	4	7,2		3,6	8,1	6,4	5,65	4,967	2	2	422							
Pilihan	Kapasitas Dasar C_D smp/jam	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas C smp/jam									
		Lebar pendekat rata-rata F_W	Median jalan utama F_M	Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{RSU}	Belok kiri F_{LT}	Belok kanan F_{RT}	rasio minor/total F_{MI}										
										(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	
Saat ini	3400	1,1074667	1,2	0,94	0,93	1,08	1	0,93	3992,01									
Pilihan	Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan DS (30)/(28)	Tundaan lalu lintas simpang DT_1 det/smp	Tundaan lalu lintas jl. Utama DT_{MA} det/smp	Tundaan lalu lintas jl. Minor DT_{MI} det/smp	Tundaan geometrik simpang DG det/smp	Tundaan simpang D (32) + (35) det/smp	Peluang antrian QP%	Sasaran									
										(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)
										Saat ini	5239,9	1,31	170,94	46,03	461,75	4,17	175,11	71-164

Perbaikan Jalinan Bundaran Pintu Gerbang Universitas Brawijaya

FORMULIR USIG - II

SIMPANG TAK BERSINYAL FORMULIR USIG - II - ANALISA	Tanggal :	Ditangani oleh :
	Kota : Malang	Ukuran kota : Sedang (0,8 juta)
	Jl. utama : Jl. Veteran	Lingkungan jalan : Komersial
	Jl. minor : Pintu UB	Hambatan samping : sedang
	Soal :	Periode :

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe simpang
		Jalan minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_f	Jalan minor	Jalan utama	
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
1	4	15	6	6,75		8,4	4,2	21,9	2	2	422

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_D smp/jam	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas C smp/jam
		Lebar pendekat rata-rata F_W	Median jalan utama F_M	Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{RSU}	Belok kiri F_{LT}	Belok kanan F_{RT}	rasio minor/total F_{MT}	
1	2900	2,3944	1	0,94	0,94	0,94	1,09	1,09	6841,08

3. Perilaku lalu lintas

Pilihan	Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan DS (30)/(28)	Tundaan lalu lintas simpang DT_1 det/smp	Tundaan lalu lintas jl. Utama DT_{MA} det/smp	Tundaan lalu lintas jl. Minor DT_{MI} det/smp	Tundaan geometrik simpang DG det/smp	Tundaan simpang D (32) + (35) det/smp	Peluang antrian QP%	Sasaran
(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)
1	3977,7	0,58	5,92	4,42	15,61	3,66	9,58	14-14	

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran

Perbaikan *U-Turn* Akibat Akses Masuk Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Untuk Kendaraan Roda Empat

FORMULIR RWEAV - II

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-II: - ANALISA	Tanggal:		Ditangani oleh:	Yusrizal
	Kota:	Malang	Ukuran kota juta org:	0,8 juta
	Jalan A-C:	Jl. Veteran	Lingkungan jalan:	komersial
	Jalan B-D:	Pintu UB (samantha)	Hambatan samping:	sedang
	Soal:		Periode:	

1. Parameter geometri bagian jalinan

Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar msk rata-rata W_E	Lebar jalinan W_w	W_E / W_w	Panjang jalinan L_w	$W_A = W_w / L_w$	
	Pendekat 1	Pendekat 2						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	1	8,1	11	9,55	8,1	1,179	81	0,1
2	2	11	8	9,5	11	0,864	81	0,1
3								
4								

2. Kapasitas

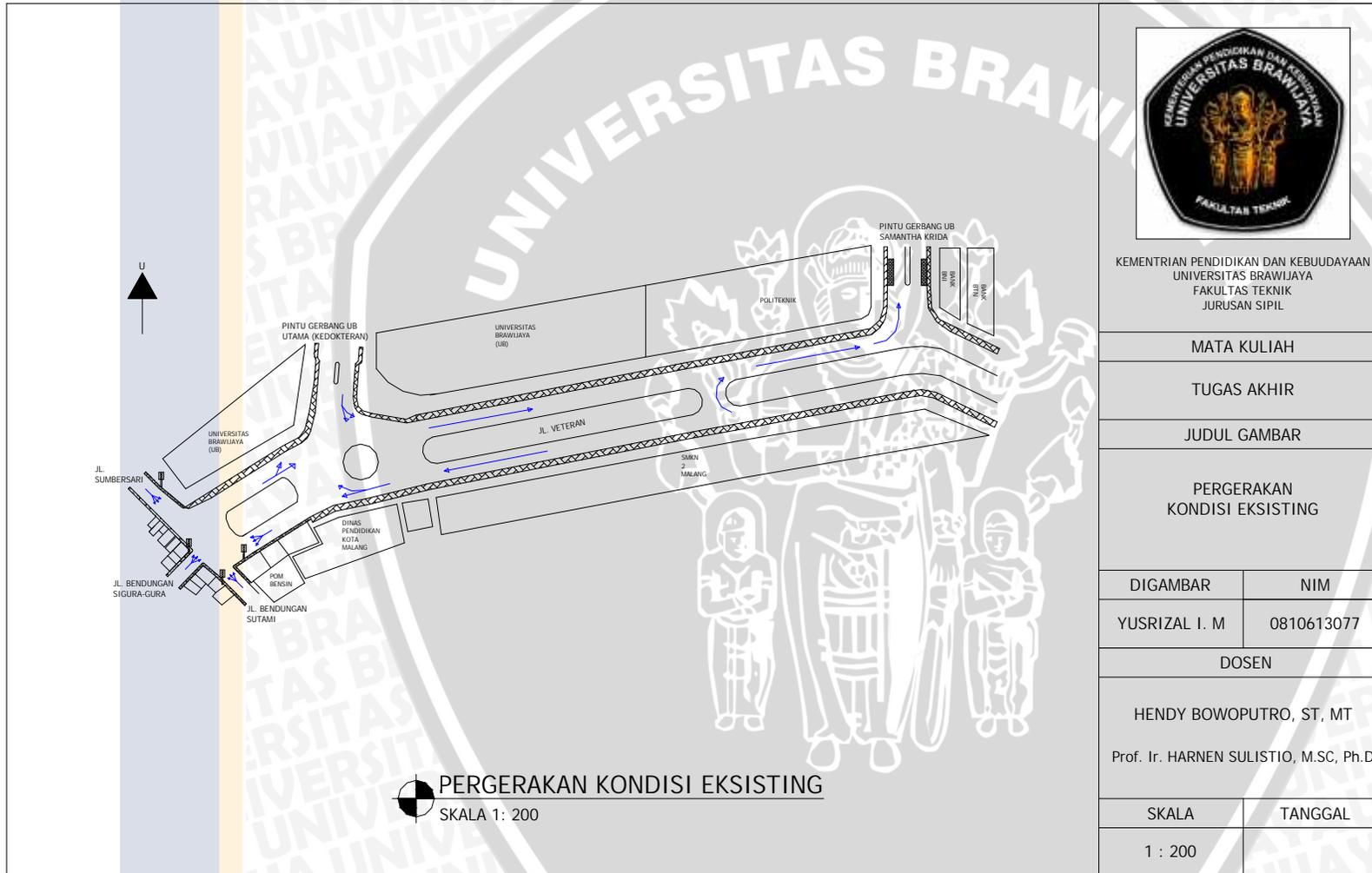
Bagian jalinan	Faktor W_w	Faktor W_E / W_w	Faktor P_w	Faktor W_A	Kapasitas dasar C_D smp/jam	Faktor penyesuaian		Kapasitas C smp/jam	
						Ukrn kota F_{CS}	Lingk Jalan F_{RS}		
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	
1	1	2048,16	3,22	0,86	0,84	4791,86	0,94	0,94	4234,09
2	2	3048,91	2,54	0,86	0,80	5325,96	0,94	0,94	4706,02
3									
4									

3. Perilaku lalu lintas

Bagian jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (31)/(28)	Kecepatan arus bebas $V_0 = \text{faktor } P_w$	Kecepatan tempuh V		Waktu tempuh rata-rata TT det	Sasaran
				Faktor DS	V (33) x (34) km/j		
(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)
1	1	4357,3	1,03	32,06	#NUM!	#NUM!	#NUM!
2	2	4357,3	0,93	32,06	0,64	20,39	14,30
3							
4							

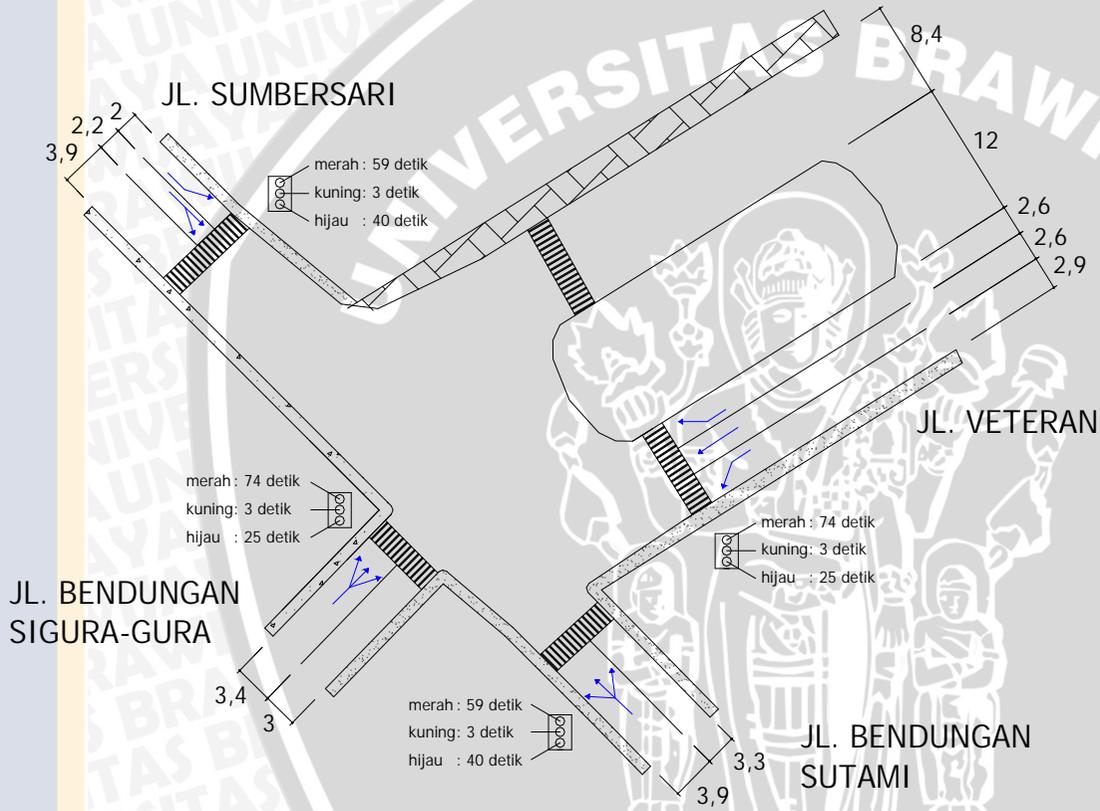
Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (38)

Lampiran 6. Geometri Eksisting



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH	
TUGAS AKHIR	
JUDUL GAMBAR	
PERGERAKAN KONDISI EKSTING	
DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077
DOSEN	
HENDY BOWOPUTRO, ST, MT	
Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D	
SKALA	TANGGAL
1 : 200	



KONDISI EKSTING SIMPANG BERSINYAL
 SKALA 1: 50



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

KONDISI EKSTING
 SIMPANG BERSINYAL

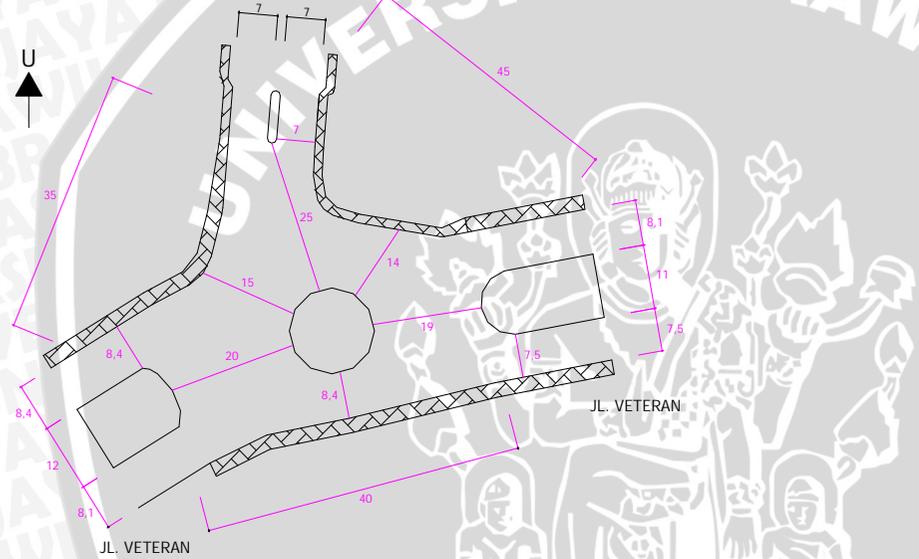
DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077

DOSEN

HENDY BOWOPUTRO, ST, MT
 Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

SKALA	TANGGAL
1 : 50	

PINTU GERBANG UB
UTAMA (KEDOKTERAN)



KONDISI EKSISTING GEOMETRIK BUNDRAN

SKALA 1: 100



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

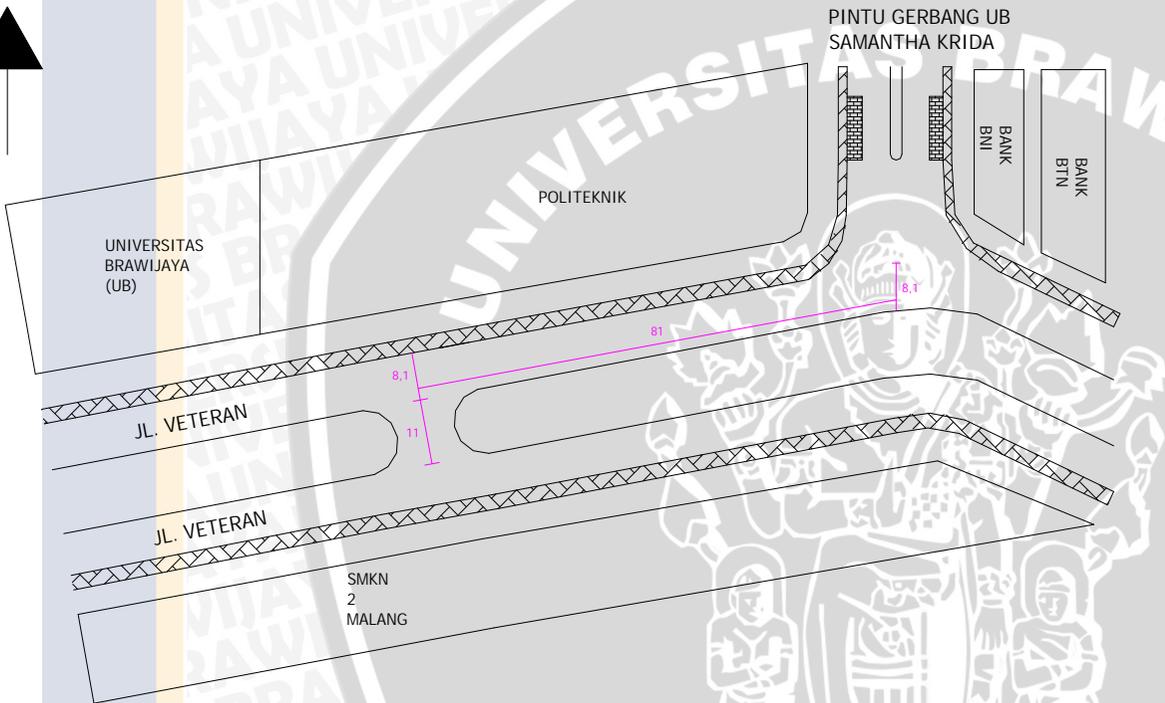
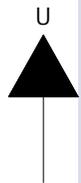
KONDISI EKSISTING
GEOMETRIK BUNDRAN

DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077

DOSEN

HENDY BOWOPUTRO, ST, MT
Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

SKALA	TANGGAL
1 : 100	



 **KONDISI EKSTING GEOMETRIK JALINAN TUNGGAL**
 SKALA 1: 100



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

KONDISI EKSTING
 GEOMETRIK
 JALINAN TUNGGAL

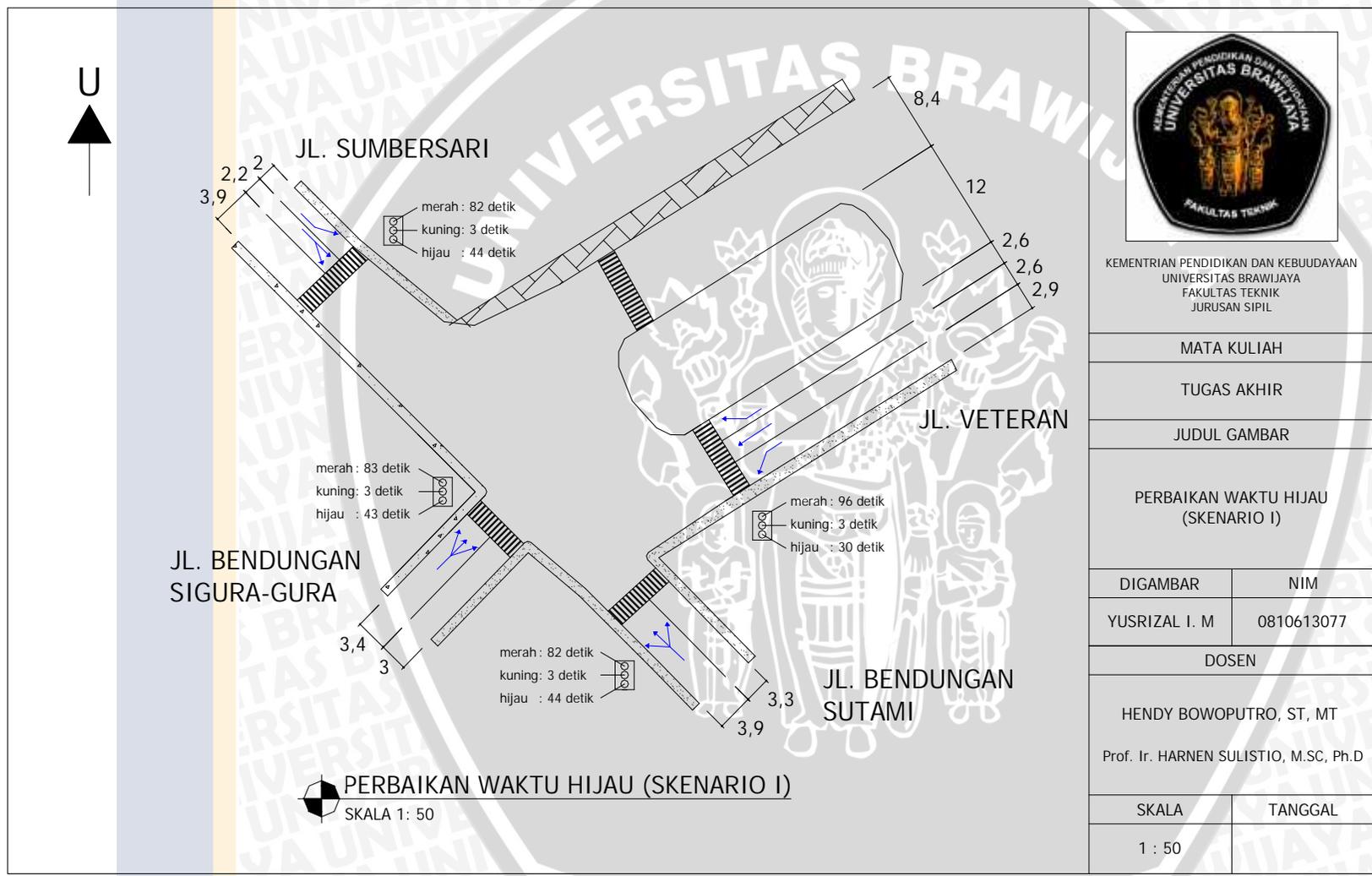
DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077

DOSEN

HENDY BOWOPUTRO, ST, MT
 Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

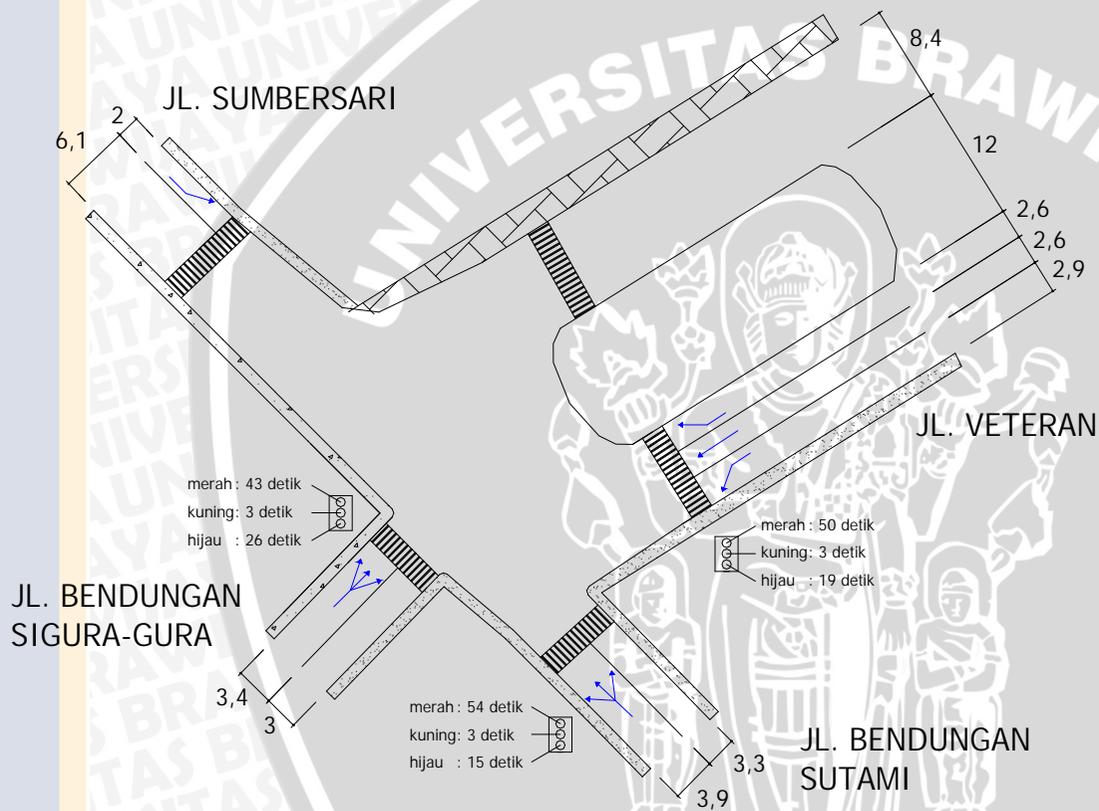
SKALA	TANGGAL
1 : 100	

Lampiran 7. Perbaikan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH	
TUGAS AKHIR	
JUDUL GAMBAR	
PERBAIKAN WAKTU HIJAU (SKENARIO I)	
DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077
DOSEN	
HENDY BOWOPUTRO, ST, MT	
Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D	
SKALA	TANGGAL
1 : 50	



PERBAIKAN SISTEM SATU ARAH DENGAN LAMPU (SKENARIO II)

SKALA 1 : 50



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PERBAIKAN SISTEM SATU ARAH
DENGAN LAMPU
(SKENARIO II)

DIGAMBAR

NIM

YUSRIZAL I. M

0810613077

DOSEN

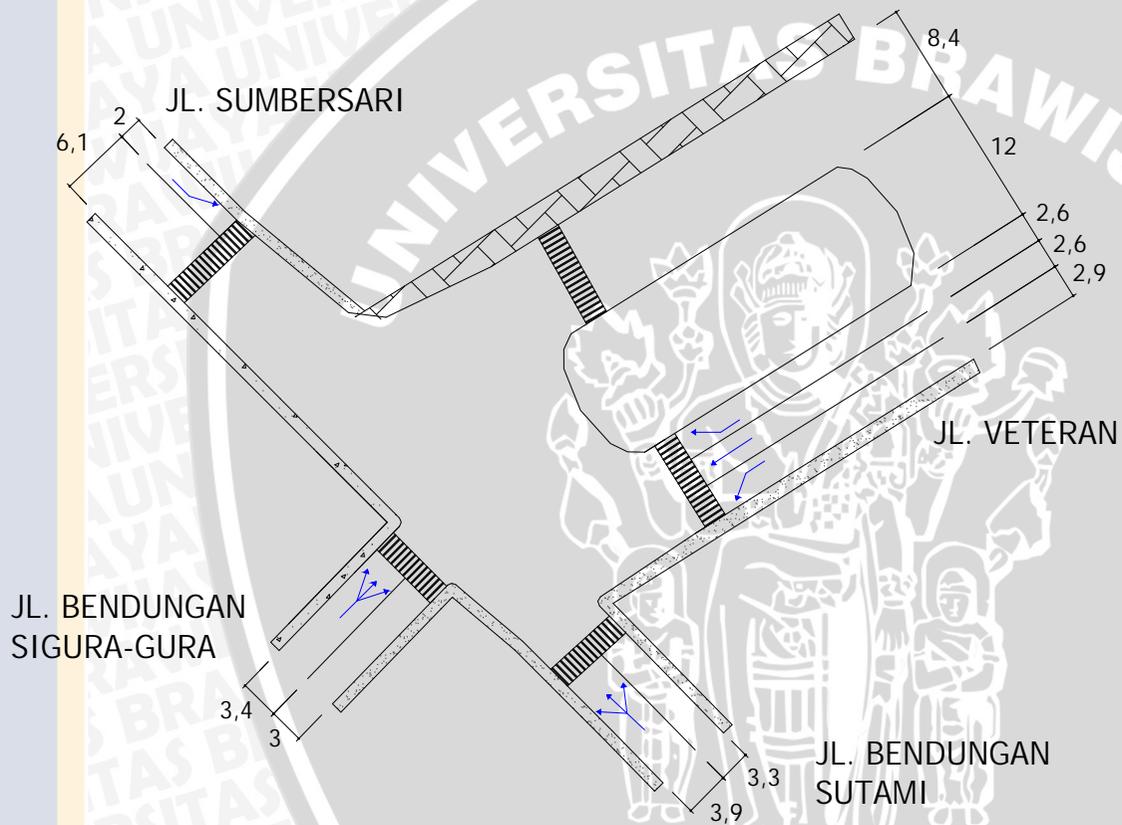
HENDY BOWOPUTRO, ST, MT

Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

SKALA

TANGGAL

1 : 50



PERBAIKAN SISTEM SATU ARAH TANPA LAMPU (SKENARIO III)

SKALA 1: 50



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PERBAIKAN SISTEM SATU ARAH
TANPA LAMPU
(SKENARIO III)

DIGAMBAR

NIM

YUSRIZAL I. M

0810613077

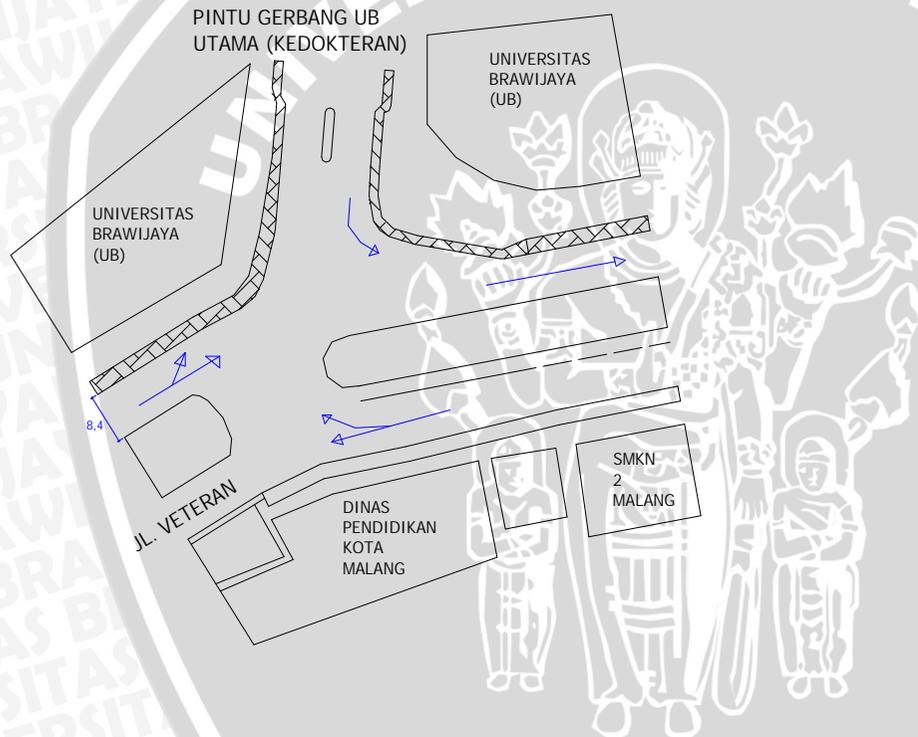
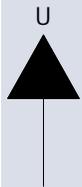
DOSEN

HENDY BOWOPUTRO, ST, MT
Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

SKALA

TANGGAL

1 : 50



 **PERBAIKAN MENUTUP BUNDARAN SEBAGIAN SISI TIMUR**
SKALA 1: 100



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

PERBAIKAN MENUTUP
BUNDARAN SEBAGIAN

DIGAMBAR	NIM
----------	-----

YUSRIZAL I. M	0810613077
---------------	------------

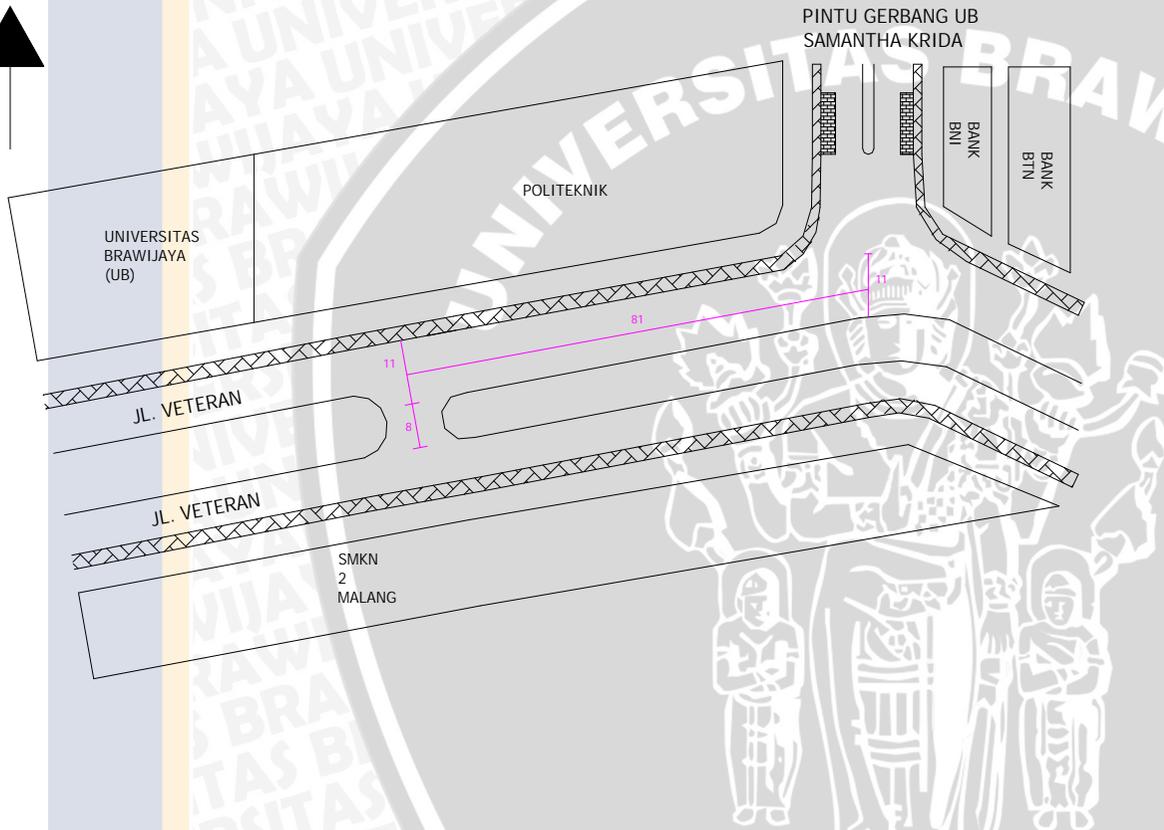
DOSEN

HENDY BOWOPUTRO, ST, MT

Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D

SKALA	TANGGAL
-------	---------

1 : 100	
---------	--



PERBAIKAN GEOMETRI JALINAN TUNGGAL
 SKALA 1: 100



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN SIPIL

MATA KULIAH	
TUGAS AKHIR	
JUDUL GAMBAR	
PERBAIKAN GEOMETRI JALINAN TUNGGAL	
DIGAMBAR	NIM
YUSRIZAL I. M	0810613077
DOSEN	
HENDY BOWOPUTRO, ST, MT	
Prof. Ir. HARNEN SULISTIO, M.SC, Ph.D	
SKALA	TANGGAL
1 : 100	

Lampiran 8. Dokumentasi Survei



