

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
PALBAPANG KABUPATEN MAGELANG**

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



**DENNI PERMANA PUTRA
06.511.039**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
FEBRUARI 2013**

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
PALBAPANG KABUPATEN MAGELANG**

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



**DENNI PERMANA PUTRA
06.511.039**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
FEBRUARI 2013**

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
PALBAPANG KABUPATEN MAGELANG**

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



DENNI PERMANA PUTRA
06.511.039

Disahkan Oleh:

Pembimbing:

(Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D)

Tanggal: 9-04-2013

Ketua Jurusan:

(Ir. Suharyatmo, MT)

Tanggal: 11/4/2013

TUGAS AKHIR**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
PALBAPANG KABUPATEN MAGELANG**

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



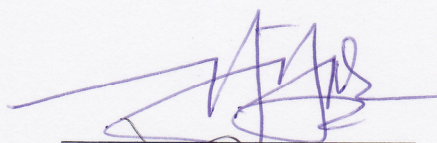
DENNI PERMANA PUTRA
06.511.039

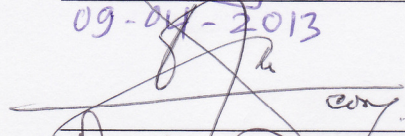
Disetujui Oleh:

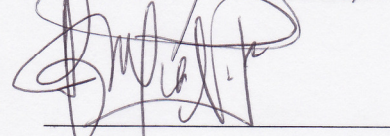
Pembimbing/Penguji:
Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D

Penguji:
Ir. H. Corry Ya'cub, MS

Penguji:
Berlian Kushari, ST, M.Eng


09-04-2013


09/04/2013


09/04/2013

10/4/13

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Palbapang Kabupaten Magelang*. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

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

1. Ibu Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing,
2. Bapak Ir. H. Corry Ya'cub, M.S selaku dosen penguji,
3. Bapak Berlian Kushari, ST, M.Eng selaku dosen penguji,
4. Bapak, Ibu dan kedua saudara penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik secara material maupun spiritual, hingga selesainya tugas akhir ini,
5. Risky Dhamayanti N.P. yang telah memberi dukungan penuh hingga selesainya tugas akhir ini,
6. Raditya Zenido Jannatin, ST yang telah banyak memberi referensi dalam tugas akhir ini.

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

Yogyakarta, Februari 2013

Denni Permana Putra

06.511.039

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR.....	ii
TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 TINJAUAN UMUM.....	6
2.2 SIMPANG BERSINYAL	7
2.3 BUNDARAN.....	8
2.4 ARUS LALU LINTAS.....	10
2.5 KAPASITAS LALU LINTAS.....	10
2.5.1 Pengertian Kapasitas	10
2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas	10
2.6 VOLUME LALU LINTAS	10
2.7 DERAJAT KEJENUHAN.....	11
2.8 TUNDAAN.....	11
2.9 PENELITIAN TERDAHULU.....	11

BAB III	14
LANDASAN TEORI.....	14
3.1 METODE ANALISIS.....	14
3.2 ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS.....	14
3.3 ARUS JENUH LALU LINTAS	15
3.4 KAPASITAS PERSIMPANGAN	18
3.5 DERAJAT KEJENUHAN	19
3.6 PANJANG ANTRIAN	19
3.7 TUNDAAN.....	21
3.8 KARAKTERISTIK ALIRAN LALU LINTAS	22
3.9 KARAKTERISTIK VOLUME LALU LINTAS	23
3.10 SATUAN MOBIL PENUMPANG	24
3.11 KONSEP BUNDARAN MENURUT MKJI	24
3.12 RASIO JALINAN BUNDARAN.....	25
3.13 UKURAN KINERJA BUNDARAN	27
3.13.1 Kapasitas Bundaran	27
3.13.2 Derajat Kejenuhan	32
3.13.3 Tundaan.....	33
3.13.4 Peluang Antrian pada Bagian Jalinan Bundaran.....	34
3.14 TIPE BUNDARAN	35
3.15 RINGKASAN PROSEDUR HITUNGAN.....	38
3.14 JALUR BELOK KANAN	39
BAB IV	42
METODE PENELITIAN.....	42
4.1 UMUM.....	42
4.2 PERSIAPAN.....	42
4.3 LOKASI PENELITIAN	42
4.4 ALAT-ALAT PENELITIAN	43
4.5 DATA PENELITIAN	43
4.5.1 Data Primer	44
4.5.2 Data Sekunder	44
4.6 WAKTU PENGAMATAN.....	45
4.6.1 Data Primer	45
4.6.2 Data Sekunder	45
4.7 SURVEI LALU LINTAS	46

4.8	METODE ANALISIS DATA	46
4.9	BAGAN ALIR PENELITIAN.....	46
BAB V		48
PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA.....		48
5.1	DATA HASIL PENELITIAN	48
5.1.1	Data Arus Lalu Lintas	48
5.1.2	Data Geometrik Simpang.....	49
5.2	ANALISIS KINERJA EKSISTING SIMPANG.....	51
5.2.1	Prosedur Perhitungan	51
5.2.2	Analisis Simpang Palbapang.....	51
5.3	PERENCANAAN PERBAIKAN SIMPANG.....	58
5.3.1	Perbaikan Simpang Palbapang dengan Penggantian Fase.....	59
5.3.2	Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik....	69
5.3.3	Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase.....	77
5.3.4	Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran.....	86
5.3.3	Perencanaan Geometri Bundaran Tahun 2012.....	89
5.3.4	Analisis Kinerja Simpang dengan Bundaran Tahun 2012	91
5.4	KINERJA SIMPANG DI TAHUN 2015 DAN 2017.....	98
5.4.1	Prosedur Perhitungan	98
5.4.2	Data Sekunder	99
5.4.3	Pertumbuhan Penduduk di Tahun 2017.....	100
5.4.4	Jumlah Arus Lalu Lintas di Tahun 2015 dan Tahun 2017.....	101
5.4.5	Analisis Kinerja Perbaikan Simpang di Tahun 2015 dan Tahun 2017.....	103
BAB VI		107
PEMBAHASAN		107
6.1	GAMBARAN UMUM	107
6.2	PERBANDINGAN ANALISIS KINERJA	107
6.2.1	Kapasitas	107
6.2.2	Derajat Kejenuhan	110
6.2.3	Derajat Kejenuhan Rata – Rata	115
6.2.4	Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata	118
BAB VII		122
SIMPULAN DAN SARAN		122

7.1	SIMPULAN	122
7.2	SARAN	123
DAFTAR PUSTAKA		124

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1	Ekivalensi Mobil Penumpang untuk Kondisi Terlindung dan Terlawan 14
Tabel 3.2	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})..... 16
Tabel 3.3	Kelas Hambatan Samping (SFC)..... 16
Tabel 3.4	Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan tak Bermotor (F_{SF})..... 18
Tabel 3.5	Nilai Ekivalen Mobil Penumpang (emp)..... 24
Tabel 3.6	Kelas Ukuran Kota 28
Tabel 3.7	Tipe Lingkungan Jalan 29
Tabel 3.8	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor..... 29
Tabel 3.9	Nilai Tipe Bundaran 35
Tabel 5.1	Hasil Survei Arus Lalu Lintas di Simpang Empat Bersinyal Palbapang 49
Tabel 5.2	Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Simpang Palbapang 49
Tabel 5.3	Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan 52
Tabel 5.4	Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang 52
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Palbapang 55
Tabel 5.6	Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang 57
Tabel 5.7	Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan dengan Perubahan Fase 60
Tabel 5.8	Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan perubahan Fase 61

Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Fase	64
Tabel 5.10	Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Fase	66
Tabel 5.11	Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan dengan Perbaikan Geometrik	69
Tabel 5.12	Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik.....	70
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal Palbapang	73
Tabel 5.14	Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Geometrik.....	75
Tabel 5.15	Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase.....	78
Tabel 5.16	Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase.....	79
Tabel 5.17	Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Palbapang Dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase.....	82
Tabel 5.18	Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase.....	85
Tabel 5.19	Hasil Rasio Jalinan Bundaran Palbapang	88
Tabel 5.20	Parameter Geometri Bagian Jalinan Bundaran Palbapang	90
Tabel 5.21	Nilai Faktor W_w untuk Masing-masing Pendekat	91
Tabel 5.22	Nilai Faktor W_E/W_w untuk Masing-masing Pendekat.....	92
Tabel 5.23	Nilai Faktor P_w	93
Tabel 5.24	Nilai Faktor W_A	93
Tabel 5.25	Kapasitas Dasar untuk Tiap Jalinan	94
Tabel 5.26	Kapasitas Sesungguhnya (C).....	95

Tabel 5.27	Derajat Kejenuhan Tiap Jalinan	95
Tabel 5.28	Tundaan Lalu Lintas (DT).....	96
Tabel 5.29	Tundaan Lalu Lintas Total (DT_{TOT})	97
Tabel 5.30	Peluang Antrian Bundaran (QP%)	98
Tabel 5.31	Data Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Magelang 2011	99
Tabel 5.32	Jumlah Kepemilikan Kendaraan Bermotor Jawa Tengah 2005-2009.....	99
Tabel 5.33	Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Jawa Tengah 2007-2011	100
Tabel 5.34	Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal Palbapang Pada Tahun 2015	102
Tabel 5.35	Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal Palbapang Pada Tahun 2017	102
Tabel 5.36	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015	103
Tabel 5.37	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2015	104
Tabel 5.38	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2015	104
Tabel 5.39	Derajat Kejenuhan Tiap Jalinan pada Tahun 2015.....	104
Tabel 5.40	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017	104
Tabel 5.41	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2017	105
Tabel 5.42	Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2017	105
Tabel 5.43	Derajat Kejenuhan Tiap Jalinan pada Tahun 2017.....	106
Tabel 6.1	Perbandingan Antara Kapasitas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan	108

Tabel 6.2	Perbandingan Peningkatan Kapasitas Antara Simbang Eksisting dan Kapasitas Simbang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	110
Tabel 6.3	Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Utara Simbang Eksisting dan Simbang dengan Perbaikan Berbagai Alternatif.....	111
Tabel 6.4	Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Selatan Simbang Eksisting dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif	112
Tabel 6.5	Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Barat Simbang Eksisting dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.....	114
Tabel 6.6	Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Simbang Eksisting, dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.....	115
Tabel 6.7	Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Utara Simbang Eksisting, dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.....	118
Tabel 6.8	Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Selatan Simbang Eksisting, dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.....	119
Tabel 6.9	Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Barat Simbang Eksisting, dan Simbang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif	119

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan	8
Gambar 3.1 Titik konflik antar kendaraan berkurang	25
Gambar 3.2 Bagian Jalinan Tunggal	26
Gambar 3.3 Bagian Jalinan Bundaran	26
Gambar 3.5 Grafik Faktor $W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5}$	31
Gambar 3.6 Gambar Grafik Faktor $P_W = (1 - P_W/3)^{0,5}$	31
Gambar 3.7 Grafik Faktor $W_W/L_W = (1 + W_W/L_W)^{-1,8}$	32
Gambar 3.8 Grafik Tundaan Lalulintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan	33
Gambar 3.9 Grafik Peluang Antrian (QP) Vs Derajat Kejenuhan (DS)	35
Gambar 3.10 Tipe Bundaran R10-11	36
Gambar 3.11 Tipe Bundaran R10-22	36
Gambar 3.12 Tipe Bundaran R14-22	37
Gambar 3.13 Tipe Bundaran R20-22	37
Gambar 3.14 Bagan Alir Untuk Analisis Simpang Bersinyal	38
Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian	43
Gambar 4.2 Bagan Alir Metodologi Penelitian	47
Gambar 5.1 Geometri Eksisting Simpang Palbapang	50
Gambar 5.2 Fase Eksisting Simpang Palbapang	67
Gambar 5.3 Fase Perubahan Simpang Palbapang	67
Gambar 5.4 Diagram Fase keadaan eksisting Simpang Palbapang	68
Gambar 5.5 Diagram Fase setelah perubahan Fase Simpang Palbapang	68
Gambar 5.6 Geometri Simpang Palbapang dengan Analisis Perubahan Geometrik	77
Gambar 5.7 Diagram Fase setelah perubahan Fase dan Geometri Simpang Palbapang	86
Gambar 5.8 Rencana Geometri Bundaran Tahun 2012 di Simpang Bersinyal Palbapang	89

Gambar 6.1	Perbandingan Antara Kapasitas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan	109
Gambar 6.2	Perbandingan Peningkatan Kapasitas Antara Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	110
Gambar 6.3	Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Utara Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	112
Gambar 6.4	Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Selatan Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	113
Gambar 6.5	Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Barat Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	114
Gambar 6.6	Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Simpang Eksisting, dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.	116
Gambar 6.7	Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Perbaikan Simpang dengan Bundaran dan Standar MJKI.	117
Gambar 6.8	Perbandingan Antara Tundaan Lalulintas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan.....	119

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27 Oktober 2012 dari Arah Utara	127
Lampiran 2: Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27 Oktober 2012 dari Arah Selatan	128
Lampiran 3 : Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27 Oktober 2012 dari Arah Barat	129
Lampiran 4 : Analisis Simpang Palbapang Keadaan Eksisting	130
Lampiran 5 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase.....	135
Lampiran 6 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015	140
Lampiran 7 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017	145
Lampiran 8 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri	150
Lampiran 9 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2015	155
Lampiran 10 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2017	160
Lampiran 11 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri	165
Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015	170
Lampiran 13 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2017	175
Lampiran 14 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran	180
Lampiran 15: Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran pada Tahun 2015	182

Lampiran 16: Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran pada Tahun 2017	184
Lampiran 17 : Detail Simpang Palbapang Kondisi Eksisting.....	186
Lampiran 18 : Detail Rencana Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri.....	187
Lampiran 19 : Detail Rencana Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran	188
Lampiran 20 : Detail Perbandingan Rencana Perbaikan Simpang Palbapang dengan Berbagai Alternatif.....	189
Lampiran 21 : Perambuan Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri.....	190
Lampiran 22 : Perambuan Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran	191
Lampiran 23 : Tabel Lebar Kanal.....	192

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

C	= Kapasitas
c	= Waktu siklus
COM	= Komersial
Emp	= Ekvivalen mobil penumpang
D	= Tundaan rata-rata bagian jalinan
DG	= Tundaan geometrik rata-rata bagian jalinan
DIY	= Daerah Istimewa Yogyakarta
DLLAJ	= Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
D _R	= Tundaan bundaran rata-rata
DS	= Derajat kejenuhan
DT	= Tundaan lalu lintas rata-rata bagian jalinan
DT _i	= Tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i
dw	= Pergeseran jalur lalu lintas menerus
F _{cs}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F _p	= Faktor penyesuaian parkir
F _G	= Faktor penyesuaian kelandaian
FLTOR	= Faktor penyesuaian belok kiri langsung ketika lampu merah
FR	= Rasio arus
FRT	= Faktor penyesuaian belok kanan
F _{sf}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F _{smp}	= Faktor mobil satuan penumpang
g	= Waktu siklus
HV	= Kendaraan berat
i	= Bagian jalinan i dalam bundaran
IFR	= Rasio fase
L	= Panjang jalur belok kanan
lc	= Panjang yang diperlukan untuk pergeseran lajur
ld	= Panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan
LHRT	= Lalu Lintas Harian Tahunan
ls	= Panjang jalur antrian

l_t	= Panjang taper
LTOR	= Belok kiri langsung ketika lampu merah
LV	= Kendaraan ringan
L_w	= Panjang jalinan
m	= Meter
MC	= Sepeda motor
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
n	= Jumlah bagian jalinan dalam bundaran
NQ1	= Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
NQ2	= Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah
Q	= Arus lalu lintas
Q_i	= Arus total lapangan pada bagian jalinan i
QP%	= Peluang antri bagian jalinan i,
Q_{smp}	= Arus total
P_w	= Rasio jalinan
RT	= Belok kanan
S	= Arus jenuh
S_o	= Arus jenuh dasar
ST	= Lurus
UM	= Kendaraan tak bermotor
WA	= Lebar pendekat
W_E	= Lebar masuk rata-rata
W_w	= Lebar jalinan
Σ	= Jumlah

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Magelang merupakan kota yang ada pada jalur Yogyakarta Semarang, berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 631 (2009) jalur tersebut merupakan jalan Nasional dengan jalan kelas II. Arus yang terjadi pada jalur tersebut selalu meningkat setiap tahunnya, terlebih semenjak diperlebarnya salah satu ruas pada jalur tersebut yaitu ruas Mertoyudan-Keprekan. Disamping itu juga dipicu oleh program pemerintah daerah dalam mempromosikan pariwisatanya yang berdampak pada jumlah arus lalu lintas yang terjadi, khususnya diakhir pekan dan hari libur nasional.

Pada tahun 2011 lalu ruas Mertoyudan–Keprekan selesai diperlebar, hal ini tentunya membawa dampak terhadap arus lalu lintas pada jalur Yogyakarta-Semarang. Sehingga arus pada simpang tersebut mengalami perubahan perilaku yaitu dengan meningkatnya arus. Hal ini sangat rasional mengingat lebar jalan yang sudah dilipat gandakan sehingga kapasitas jalan pun juga meningkat. Akan tetapi simpang pada ruas tersebut menimbulkan tundaan dan antrian yang tidak sedikit, terlebih pada waktu jam puncak. Tundaan serta antrian yang tinggi dapat menimbulkan kemacetan.

Bila berbicara tentang kemacetan, maka hal ini akan berkaitan langsung dengan arus lalu lintas serta kapasitas. Hobbs (2005) menjelaskan bahwa untuk mendefinisikan arus lalu lintas terdapat banyak cara, salah satunya melalui sistem aliran dan volume. Aliran dan volume seringkali dianggap sama meskipun istilah aliran lebih tepat digunakan untuk menyatakan arus lalu lintas. Volume sendiri memiliki pengertian mengenai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam ruang dengan interval waktu tertentu atau kapasitas tertentu.

Menganalisa mengenai jalan raya tidak dapat terlepas dari simpang bersinyal. Jalur Yogyakarta-Semarang sendiri memiliki lebih dari satu simpang bersinyal. Dalam tugas akhir ini, penulis akan memfokuskan bahasan simpang pada jalur Yogyakarta-Semarang pada Ruas Mertoyudan-Keprekan yaitu

bersinyal di simpang Palbapang (Keprekan) yang menghubungkan dengan jalan kawasan wisata Candi Borobudur.

Simpang Palbapang (Keprekan) ini sangat vital, karena pada bagian utara menghubungkan Kota Magelang dan bagian selatan menghubungkan dengan Kota Yogyakarta, disamping itu simpang ini merupakan bagian dari Jalur Yogyakarta-Semarang, Kemudian sisi barat menghubungkan dengan kawasan wisata Candi Borobudur. Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 631 (2009) Jalur Yogyakarta-Semarang merupakan jalan nasional dengan jalan kelas II. Sehingga simpang ini sangat mempengaruhi perekonomian.

Kondisi simpang Palbapang ini saat ini memiliki tundaan dan antrian yang cukup panjang. Terlebih pada waktu akhir pekan dan libur nasional. Kondisi tersebut menunjukkan kinerja simpang yang buruk. Perihal ini perlu adanya tidak lanjut untuk peningkatan kinerja pada kemudian hari, mengingat belum genap satu tahun pelebaran jalan ruas Mertoyudan-Keprekan yang dalam hal ini menghubungkan sisi utara simpang Palbapang. Permasalahan ini terjadi tidak lain karena kurang tepatnya manajemen pada simpang tersebut.

Bila berbicara tentang kinerja jalan di suatu persimpangan maka hal ini akan berkaitan dengan manajemen dan rekayasa lalu lintas. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No 14 (2006) manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Pada dasarnya, manajemen sinyal lalu lintas sudah ada dan diterapkan. Bila dilihat dari data bahwa jumlah kendaraan bermotor selalu meningkat dari tahun ke tahunnya dan menyebabkan kapasitas jalan sudah tidak dapat melayani volume lalu lintas pada simpang Palbapang, maka dapat dipastikan bahwa evaluasi manajemen simpang sudah harus dilaksanakan.

Evaluasi manajemen simpang di Indonesia umumnya berpedoman pada MKJI 1997. Apabila evaluasi ini menunjukkan kondisi eksisting yang sudah tidak sesuai dengan berbagai kriteria MKJI 1997, maka dicoba untuk mencari solusi atas persimpangan jalan yang tidak sesuai dengan persyaratan. Perbaikan kinerja simpang merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kapasitas suatu simpang bersinyal. Hal ini merupakan solusi dengan sedikit pengadaan

infrastruktur, sehingga menekankan pada optimalisasi manajemen lalu lintas. Optimalisasi manajemen lalu lintas dapat diterapkan dalam jangka waktu pendek karena tidak memerlukan biaya besar.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimana kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang sekarang (eksisting)?
- b. Bagaimana cara meningkatkan kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang jika tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997?
- c. Apakah dengan penggantian fase dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- d. Apakah dengan perbaikan geometri dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- e. Apakah dengan menggunakan bundaran dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- f. Apakah ada perbedaan kinerja simpang Palbapang dengan perubahan fase dan penggunaan bundaran?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menghitung dan mengevaluasi kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang pada kondisi saat ini (eksisting),
- b. Merancang perbaikan kinerja simpang bersinyal dengan penggantian fase untuk simpang Palbapang, Magelang,
- c. Memperkirakan dan membandingkan kinerja saat sekarang (eksisting) dengan kinerja simpang bersinyal setelah diganti fasenya dan diperbaiki geometrinya, dan
- d. Merancang perbaikan kinerja simpang bersinyal dengan perencanaan bundaran untuk simpang Palbapang, Magelang,

- e. Memperkirakan dan membandingkan kinerja simpang bersinyal setelah penggantian fase dan perbaikan geometri dengan perbaikan simpang dengan bundaran.

1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Mengacu pada latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta untuk memperjelas juga mempermudah perancangan, maka dibuat batasan-batasan terhadap penelitian ini, yang meliputi:

- a. Lokasi penelitian adalah persimpangan Palbapang, Kabupaten Magelang,
- b. Kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu lintas melainkan sebagai unsur hambatan samping (becak, sepeda, gerobak, delman, dan lain-lain),
- c. Faktor pembebasan lahan tidak ditinjau dalam perencanaan,
- d. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, dan
- e. Dalam hal perbandingan kinerja yang dibandingkan adalah kinerja simpang (eksisting) dengan hasil perencanaan kinerja simpang yang sudah diperbaiki.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang Palbapang, antara lain :

Manfaat Praktisi :

- a. bermanfaat bagi Dinas Perhubungan, kontraktor dan konsultan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang bersinyal di daerah simpang Palbapang, Kabupaten Magelang, dan
- b. memberikan alternatif pemecahan masalah untuk daerah simpang bersinyal di daerah simpang Palbapang.

Manfaat akademik :

menambah fakta empiris pada teori yang sudah ada hingga dapat memperluas khasanah teori persimpangan di Indonesia. Fakta empiris tersebut diharapkan pada waktu mendatang memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pengguna jalan dalam arti aman, nyaman, dan ekonomis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Persimpangan merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari semua sistem jalan. Persimpangan jalan didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO, 2001).

Hobbs (2004) menerangkan bahwa dalam arus lalu lintas dan kapasitas, terdapat tipe – tipe pertemuan jalan (*junction*), yaitu:

1. Pertemuan jalan sebidang (*at-grade junctions*) yaitu jalan berpotongan pada satu bidang datar.
2. Pertemuan jalan tak sebidang (*grade separated junctions*), dengan atau tanpa fasilitas jalan tak sebidang (*interchange*), yaitu berpotongan melalui atas atau bawah.
3. Kombinasi tipe 1 dan 2.

Hobbs (2004) juga mengutarakan bahwa pada pertemuan jalan terdapat semua gerakan membelok, maka jumlah simpang jalan tidak boleh lebih dari 4 buah demi kesederhanaan dalam perencanaan dan pengoperasian. Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Aliran lalu lintas prioritas dapat dirancang dengan tanda berhenti (STOP), memberikan jalan (*Give way*), mengalah (*yield*) atau jalan pelan – pelan.

Khisty dan Lall (2005) menerangkan bahwa tujuan dari persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan. Elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang adalah:

1. faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.

2. pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan, ukuran serta penyebaran kendaraan.
3. elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur fitur geometris,
4. faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat dan konsumsi.

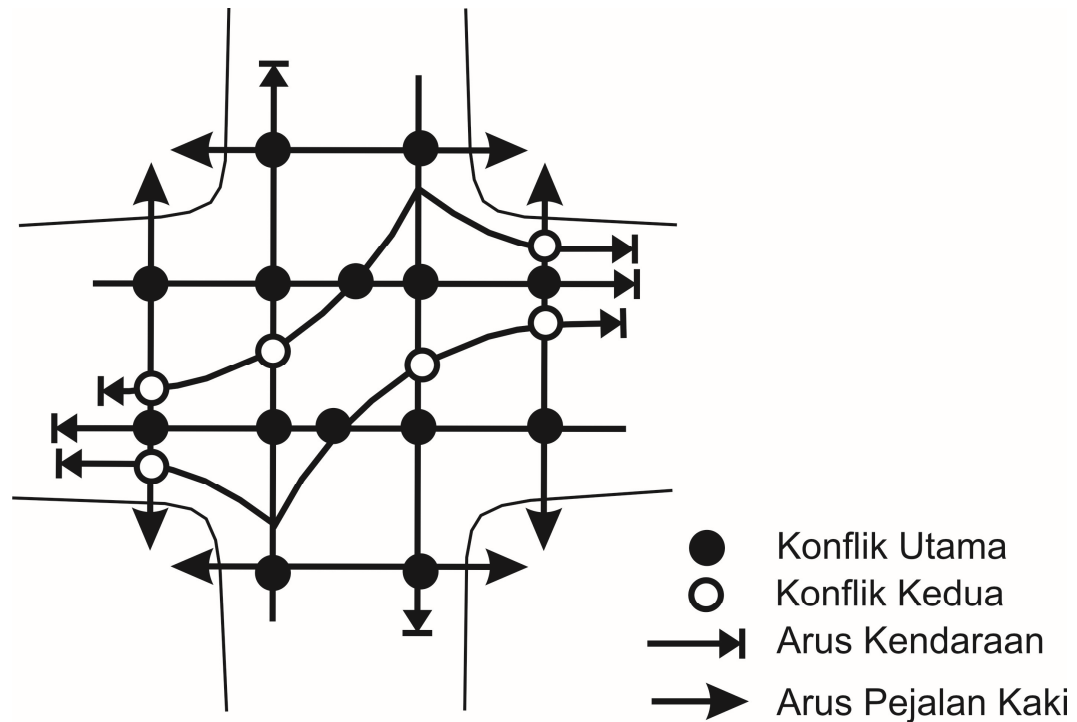
2.2 SIMPANG BERSINYAL

MKJI 1997 menerangkan bahwa 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.

Dengan menggunakan sinyal, perancang dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masingmasing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Dalam kondisi normal pada simpang empat terdapat konflik utama yaitu gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan. Sedangkan konflik kedua yaitu gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.1 pada halaman berikut.



Gambar 2.1 Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan

(Sumber : Dirjen Bina Marga, 1997)

2.3 BUNDARAN

Hobbs (1995) mengutarakan bahwa Bundaran dapat dianggap sebagai kasus istimewa dari kanalisasi yang pulau di tengahnya dapat bertindak sebagai pengontrol pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas berputar satu arah. Bundaran yang besar dapat mengatasi kekurangan seperti situasi berhenti – henti (stop/start) pada pertemuan jalan yang berkanalisasi. Tujuan bundaran ialah melayani gerakan menerus namun hal ini tergantung dari kapasitas dan luas area yang dibutuhkan

Salter (1995) mengatakan bahwa bundaran biasanya digunakan di daerah pusat perkotaan yang secara tradisional digunakan untuk memutuskan konflik antara pejalan kaki dengan arus lalu lintas di daerah yang terbuka luas.

Terdapat tiga tipe dasar bundaran yaitu:

1. Bundaran normal, yaitu bundaran yang mempunyai satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran tersebut dengan diameter empat meter atau lebih dan biasanya dibagian pendekat jalannya melebar,

2. Bundaran mini, yaitu bundaran yang memiliki satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran berupa marka bundaran yang ditinggikan diameternya kurang dari empat meter dan bagian pendekat jalannya melebar atau tidak dilebarkan, dan
3. Bundaran ganda, yaitu persimpangan individual dengan dua buah bundaran, bundaran normal atau bundaran mini yang berdekatan.

Menurut Munawar (2004) prinsip-prinsip geometrik bundaran tak bersinyal:

1. Bentuk pulau umumnya berbentuk lingkaran, tetapi dapat pula berbentuk elips atau suatu bentuk yang tidak simetris. Dalam menentukan bentuk tersebut yang terpenting adalah geometrik harus *streamline* sehingga memudahkan gerakan membelok arus lalu lintas,
2. Pada setiap lengan, diberikan pulau untuk mengarahkan arus lalu lintas masuk bundaran, dan
3. Ukuran kendaraan yang dapat digunakan sebagian besar kendaraan yang panjang adalah bundaran yang mempunyai diameter lingkaran luar sebesar 28 meter dengan diameter pulau di tengahnya sebesar 4 meter.

Menurut O' Flaherty (1997) bundaran dapat diartikan sebagai salah satu bentuk perpotongan yang bertujuan agar kendaraan yang berpotongan melewati suatu pulau lalu lintas yang ada di tengah-tengah sehingga membentuk sirkulasi atau perputaran arus yang terus menerus. Kendaraan yang ada di bundaran memiliki prioritas utama daripada kendaraan yang akan masuk bundaran. Bundaran sangat efektif dipergunakan sebagai suatu pengendalian persimpangan di daerah perkotaan dan luar kota yang memiliki beberapa karakteristik antara lain:

1. Presentasi volume lalu lintas yang belok kanan sangat banyak,
2. Tidak memungkinkan untuk membuat persimpangan dengan prioritas dari berbagai arah lengan pendekat,
3. Tidak seimbang jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan pergerakan bersilang maupun menikung,
4. Mengurangi tundaan jika dibandingkan penggunaan persimpangan bersinyal, dan
5. Terdapat perubahan dari jalan dua arah menjadi jalan satu arah.

Bundaran lebih disukai karena dapat mengurai tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total (Dirjen Bina Marga, 1997).

2.4 ARUS LALU LINTAS

Menurut Dirjen Bina Marga (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam, smp/jam, atau Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT).

2.5 KAPASITAS LALU LINTAS

2.5.1 Pengertian Kapasitas

Menurut Munawar (2004) kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Menurut High Capacity Manual 1994 (HCM 1994) pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan.

2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas

Faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu simpang menurut Oglesby dan Hick (1998) adalah:

1. Kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran dan dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur,
2. Kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada suatu simpang,
3. Karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan mambelok dari kendaraan, dan
4. Karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu truk dan bus melewati simpang.

2.6 VOLUME LALU LINTAS

Volume lalu lintas menurut Dirjen Bina Marga (1997) adalah jumlah

kendaraan yang lewat pada suatu jalan dalam suatu waktu (hari, jam, menit). Volume yang tinggi membutuhkan lebar jalan yang lebih besar sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan.

2.7 DERAJAT KEJENUHAN

Menurut Munawar (2004) derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, biasanya dihitung perjam. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak (Dirjen Bina Marga, 1997).

2.8 TUNDAAN

Menurut Munawar (2004) tundaan adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang.

2.9 PENELITIAN TERDAHULU

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

1. Putri (2011) menganalisis tingkat pelayanan simpang bersinyal Condong Catur. Analisis kinerja simpang eksisting menggunakan MKJI 1997. Berdasarkan analisis tersebut menghasilkan derajat kejenuhan tertinggi 1,96 dengan demikian sudah tidak memenuhi syarat, maka dicari alternatif yang tepat untuk memecahkan masalah pada simpang bersinyal tersebut berdasarkan MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, dan *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Upaya perbaikan simpang kinerja simpang Condongcatur dilakukan dengan merubah bentuk simpang menjadi bundaran yang berpedoman pada MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, dan *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Dari ketiga alternatif tersebut terpilih adalah analisis bundaran yang berpedoman pada MKJI 1997. Alternatif ini menghasilkan kapasitas rata-rata sebesar 6910 smp/jam, derajat

kejenuhan sebesar 0,75, tundaan bundaran rata-rata sebesar 12,04 det/smp, dan peluang antrian bundaran sebesar 15-35%.

2. Jannatin (2011) meneliti simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan kinerja Simpang Bersinyal Kentungan pada kondisi eksisting diperoleh nilai derajat kejenuhan yang sudah tidak memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 2,05; 2,02; 1,63 dan 1,89. Hasil perencanaan bundaran di tahun 2011, digunakan diameter bundaran sebesar 20 meter sedangkan hasil analisis kinerjanya didapatkan nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,66; 0,69; 0,65 dan 0,65. Sementara itu, hasil analisis kinerja dari rencana bundaran tahun 2011 pada tahun 2016 didapatkan nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,95; 1,0; 0,94 dan 0,94. Adapun setelah rencana bundaran tahun 2011 didesain ulang untuk tahun 2016, diperoleh nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,70; 0,61; 0,70 dan 0,69
3. Kusdiyanto (2010) meneliti pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta dengan menggunakan metode dalam buku MKJI 1997. Diperoleh derajat kejenuhan dari hasil analisis sebesar 1,063 untuk pendekat utara; 0,531 untuk pendekat selatan, 0,817 untuk pendekat timur, dan 0,983 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 93,713 det/smp. Karena nilai derajat kejenuhan (DS) melebihi ketentuan yang ditetapkan dalam buku MKJI 1997 yaitu $DS > 0,75$, maka perlu dilakukan perbaikan kinerja pada simpang bersinyal ini dengan merubah geometrik jalan dan merancang ulang pengaturan sinyal lalu lintas yang ada, kemudian setelah dianalisis diperoleh derajat kejenuhan 0,743 untuk pendekat

utara; 0,726 untuk pendekat timur; 0,736 untuk pendekat selatan; dan 0,729 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 42,846 det/smp. Perencanaan untuk tahun mendatang diperoleh nilai $DS = 0,733$ untuk pendekat utara; 0,743 untuk pendekat timur; 0,745 untuk pendekat selatan; dan 0,738 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 45,859 det/smp.

Berdasarkan Putri (2011) menganalisis tingkat pelayanan simpang bersinyal Condong Catur menggunakan bundaran dengan berbagai dasar metode, mulai dari MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, hingga *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Nilai terbaik kinerja didapatkan menggunakan MKJI 1997, sehingga penulis memakai acuan ini dalam mengevaluasi simpang Palbapang Kabupaten Magelang menggunakan bundaran dengan metode MKJI 1997.

Jannatin (2011) meneliti simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Metode penelitian menggunakan MKJI 1997 kemudian dievaluasi dan dibuat perencanaan bundaran pada simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Penulis menggunakan acuan ini dikarenakan memiliki cara dan metode yang serupa dalam merencanakan bundaran dengan MKJI 1997 tetapi dengan lokasi yang berbeda yaitu di Simpang Palbapang Kabupaten Magelang.

Kusdiyanto (2010) meneliti pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta dengan menggunakan metode dalam buku MKJI 1997. Metode perbaikan fase dan geometri pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta yang digunakan untuk acuan perbaikan simpang Palbapang Kabupaten Magelang. menggunakan perbaikan fase dan geometri.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 METODE ANALISIS

Perhitungan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana jalan, lalu lintas, dan lingkungan. Penelitian studi lalu lintas ini menggunakan MKJI 1997 (Dirjen Bina Marga, 1997) karena merupakan metode yang umum digunakan pada kondisi dan situasi jalan di Indonesia.

3.2 ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS

Nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , dan belok kanan Q_{RT}) dikonversikan dari kendaraan per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing – masing pendekatan terlindung dan terlawan, seperti pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang untuk Kondisi Terlindung dan Terlawan

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

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.3 ARUS JENUH LALU LINTAS

Metode yang digunakan dalam menentukan arus jenuh lalu lintas menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Dirjen Bina Marga, 1997) adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat.

Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) digunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

- b. Menghitung nilai arus jenuh S yang disesuaikan dengan Persamaan 3.2.

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

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

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

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

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Sebelum menentukan faktor hambatan samping perlu diketahui kelas hambatan samping. Pada penelitian Tugas Akhir ini, penentuan kelas hambatan samping hanya berdasarkan pada kondisi khusus saja. Dalam menentukan kelas hambatan samping untuk jumlah berbobot kejadian dan kondisi wilayah tempat kejadian digunakan Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Kelas Hambatan Samping (SFC)

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m/jam	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman, jalan samping tersedia.
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman, beberapa angkutan umum, dsb.
Sedang	M	300-499	Daerah industri, beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	>900	Daerah komersial, aktivitas pasar sisi jalan.

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Untuk menentukan besarnya faktor penyesuaian digunakan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor seperti terlihat pada Tabel 3.4.

c. Waktu siklus dan waktu hijau

c-1 Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan Persamaan 3.3

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - FR) \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

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

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = rasio arus persimpangan

c-2 Waktu hijau (g_i) untuk masing – masing fase digunakan Persamaan 3.4

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times Pri \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

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

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

Pri = rasio frase

c-3 Waktu siklus yang disesuaikan (c) dapat dicari dengan Persamaan 3.5

$$c = \sum g + LTI \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

$\sum g$ = jumlah total waktu hijau (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan tak Bermotor (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,90	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang /Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.4 KAPASITAS PERSIMPANGAN

Kapasitas persimpangan didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*). *Saturation flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekat persimpangan jalan menurut pada saat waktu hijau per lajur. *Saturation flow* bernotasi S dan dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada waktu lampu hijau. Hitungan kapasitas masing–masing pendekat dapat dicari dengan Persamaan 3.6 berikut ini.

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.5 DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio volume arus lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Untuk menentukan besarnya derajat kejenuhan digunakan Persamaan 3.7 berikut ini.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

DS = derajat kejenuhan (per jam)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.6 PANJANG ANTRIAN

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

Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1)

- a. Untuk $DS > 0,5$ digunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1) + ((8 \times (DS-0,5))/C)}] \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.8)$$

- b. Jika $DS \leq 0,5$ maka : $NQ1 = 0$

Keterangan:

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

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam)

Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah (NQ2) dipakai Persamaan 3.9 berikut ini.

$$NQ2 = c \times ((1-GR) / (1-GR \times DS)) \times (Q / 3600) \text{ (smp)} \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan:

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

c = waktu siklus (detik)

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

Penyesuaian arus dipakai Persamaan 3.10

$$Q_{\text{peny}} = \sum (Q_{\text{masuk}} - Q_{\text{keluar}}) \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (3.10)$$

Jumlah kendaraan antrian digunakan Persamaan 3.11

$$NQ = NQ1 + NQ2 \text{ (smp)} \dots \dots \dots (3.11)$$

Panjang antrian digunakan Persamaan 3.12

$$QL = NQ_{\text{maks}} \times (20 / W_{\text{masuk}}) \text{ (meter)} \dots \dots \dots (3.12)$$

Angka henti (NS) masing-masing pendekat dapat dicari dengan Persamaan 3.13

$$NS = 0,9 \times (NQ / (Q \times c) \times 3600 \text{ (smp)} \dots \dots \dots (3.13)$$

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekat, digunakan Persamaan 3.14

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (3.14)$$

Besarnya angka henti seluruh persimpangan dapat ditentukan dengan Persamaan 3.15 berikut ini.

$$NS_{\text{TOT}} = \sum NSV / Q_{\text{TOT}} \dots \dots \dots (3.15)$$

ABSTRAK

Magelang merupakan kota yang ada pada jalur Yogyakarta Semarang. Arus yang terjadi pada jalur tersebut selalu meningkat setiap tahunnya, terlebih semenjak diperlebarnya salah satu ruas pada jalur tersebut. Simpang pada ruas tersebut yaitu simpang Palbapang menimbulkan tundaan dan antrian yang tidak sedikit, terlebih pada waktu jam puncak. Sebelum tindakan perbaikan dilakukan perlu dilakukan evaluasi pada simpang tersebut. Apabila evaluasi ini tidak sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997), maka diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi persimpangan jalan yang tidak sesuai dengan persyaratan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dengan memperbaiki dan membandingkan kinerja eksisting Simpang Bersinyal Palbapang dengan simpang yang direncanakan menggunakan perubahan fase, geometri dan bundaran.

Penelitian dilaksanakan di simpang bersinyal Palbapang Kabupaten Magelang. Tahap awal adalah dengan melakukan survei geometrik, lingkungan dan volume lalu lintas simpang. Setelah data-data tersebut diperoleh, dilakukan rekapitulasi data untuk mendapatkan kinerja dari eksisting simpang, perbaikan simpang dengan perubahan fase, perbaikan simpang dengan perubahan geometri, perbaikan dengan perubahan fase dan geometri, dan perbaikan simpang dengan bundaran. Tahap selanjutnya adalah membandingkan kinerja antara eksisting dengan masing-masing alternatif perbaikan simpang.

Hasil penelitian menunjukkan kinerja Simpang Bersinyal Palbapang pada kondisi eksisting memiliki nilai derajat kejenuhan yang sudah tidak memenuhi standar (MKJI) 1997 dengan derajat kejenuhan rata-rata 1,37. Perbaikan simpang dengan perubahan fase hasil analisis kinerjanya menghasilkan nilai derajat kejenuhan rata-rata yaitu sebesar 0,84. Peningkatan kinerja simpang dengan perubahan geometri menurunkan nilai derajat kejenuhan rata-rata menjadi sebesar 0,69 . Perbaikan simpang dengan perubahan fase dan geometri didapatkan nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,61. Perubahan simpang dengan bundaran didapatkan nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,32. Perbaikan dengan perubahan fase dan perbaikan dengan perubahan fase dan geometri dapat bertahan dengan derajat kejenuhan di bawah 0,75 hingga tahun 2013. Dari seluruh alternatif perbaikan hanya perbaikan dengan bundaran yang masih dapat bertahan hingga tahun 2020 sesuai dengan standar MKJI.

Kata Kunci: volume lalu lintas, perbaikan kinerja simpang, kinerja bundaran, derajat kejenuhan

ABSTRACT

Magelang is a city that located between Yogyakarta and Semarang. The traffic in this route always increases every year, moreover since its additional lane construction's established. One of the major intersections in this route named Palbapang intersection often cause long queue, moreover in peak hour. This long queue need to be fixed as soon as possible, but first of all we have to evaluate this intersection. The evaluation will show us whether the intersection has met the requirements of the Indonesian Highway Capacity Manual 1997 (MKJI 1997). If it has not qualified the requirement, it needs proper solution to solve the problem. The aim of this research is to evaluate by fix it and to compare between existing Signaled Intersection and planned intersection using phase change, geometry and roundabout.

This research was held in signaled intersection Palbapang Kabupaten Magelang. The first step of this research was doing the geometric, environment, and traffic volume survey of the intersection. After those data was gathered, they were proccessed to get the performance of the existing intersection, intersection improvement with phase change, intersection improvement with geometry change, and intersection improvement with roundabout placement. The next step was comparing the performances between existing condition with each alternatives intersection improvement.

The result shows that the existing Palbapang Signaled Intersection performance is in saturated degree which doesn't meet the requirements of the MKJI (1997), with averaged score 1,37. Intersection improvement with phase change's performance shows averaged degrees of saturation 0,84. Increased performance of the intersection with geometry change lowered averaged saturated degree value to 0,69. Intersection improvement with phase change and geometry shows averaged degrees of saturation 0,61. Intersection change with roundabout placement shows averaged value 0,32. Improvement with phase change and improvement with phase change and geometry only can be done up to year 2013 with saturated degree below 0,75. From all of those improvement alternatives, the roundabout placement is the only alternative that meet MKJI requirements until year 2020.

Keywords: traffic volume, intersection performance improvement, roundabout performance, degrees of saturations

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Magelang merupakan kota yang ada pada jalur Yogyakarta Semarang, berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 631 (2009) jalur tersebut merupakan jalan Nasional dengan jalan kelas II. Arus yang terjadi pada jalur tersebut selalu meningkat setiap tahunnya, terlebih semenjak diperlebarnya salah satu ruas pada jalur tersebut yaitu ruas Mertoyudan-Keprekan. Disamping itu juga dipicu oleh program pemerintah daerah dalam mempromosikan pariwisatanya yang berdampak pada jumlah arus lalu lintas yang terjadi, khususnya diakhir pekan dan hari libur nasional.

Pada tahun 2011 lalu ruas Mertoyudan–Keprekan selesai diperlebar, hal ini tentunya membawa dampak terhadap arus lalu lintas pada jalur Yogyakarta-Semarang. Sehingga arus pada simpang tersebut mengalami perubahan perilaku yaitu dengan meningkatnya arus. Hal ini sangat rasional mengingat lebar jalan yang sudah dilipat gandakan sehingga kapasitas jalan pun juga meningkat. Akan tetapi simpang pada ruas tersebut menimbulkan tundaan dan antrian yang tidak sedikit, terlebih pada waktu jam puncak. Tundaan serta antrian yang tinggi dapat menimbulkan kemacetan.

Bila berbicara tentang kemacetan, maka hal ini akan berkaitan langsung dengan arus lalu lintas serta kapasitas. Hobbs (2005) menjelaskan bahwa untuk mendefinisikan arus lalu lintas terdapat banyak cara, salah satunya melalui sistem aliran dan volume. Aliran dan volume seringkali dianggap sama meskipun istilah aliran lebih tepat digunakan untuk menyatakan arus lalu lintas. Volume sendiri memiliki pengertian mengenai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam ruang dengan interval waktu tertentu atau kapasitas tertentu.

Menganalisa mengenai jalan raya tidak dapat terlepas dari simpang bersinyal. Jalur Yogyakarta-Semarang sendiri memiliki lebih dari satu simpang bersinyal. Dalam tugas akhir ini, penulis akan memfokuskan bahasan simpang pada jalur Yogyakarta-Semarang pada Ruas Mertoyudan-Keprekan yaitu

bersinyal di simpang Palbapang (Keprekan) yang menghubungkan dengan jalan kawasan wisata Candi Borobudur.

Simpang Palbapang (Keprekan) ini sangat vital, karena pada bagian utara menghubungkan Kota Magelang dan bagian selatan menghubungkan dengan Kota Yogyakarta, disamping itu simpang ini merupakan bagian dari Jalur Yogyakarta-Semarang, Kemudian sisi barat menghubungkan dengan kawasan wisata Candi Borobudur. Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 631 (2009) Jalur Yogyakarta-Semarang merupakan jalan nasional dengan jalan kelas II. Sehingga simpang ini sangat mempengaruhi perekonomian.

Kondisi simpang Palbapang ini saat ini memiliki tundaan dan antrian yang cukup panjang. Terlebih pada waktu akhir pekan dan libur nasional. Kondisi tersebut menunjukkan kinerja simpang yang buruk. Perihal ini perlu adanya tidak lanjut untuk peningkatan kinerja pada kemudian hari, mengingat belum genap satu tahun pelebaran jalan ruas Mertoyudan-Keprekan yang dalam hal ini menghubungkan sisi utara simpang Palbapang. Permasalahan ini terjadi tidak lain karena kurang tepatnya manajemen pada simpang tersebut.

Bila berbicara tentang kinerja jalan di suatu persimpangan maka hal ini akan berkaitan dengan manajemen dan rekayasa lalu lintas. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No 14 (2006) manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Pada dasarnya, manajemen sinyal lalu lintas sudah ada dan diterapkan. Bila dilihat dari data bahwa jumlah kendaraan bermotor selalu meningkat dari tahun ke tahunnya dan menyebabkan kapasitas jalan sudah tidak dapat melayani volume lalu lintas pada simpang Palbapang, maka dapat dipastikan bahwa evaluasi manajemen simpang sudah harus dilaksanakan.

Evaluasi manajemen simpang di Indonesia umumnya berpedoman pada MKJI 1997. Apabila evaluasi ini menunjukkan kondisi eksisting yang sudah tidak sesuai dengan berbagai kriteria MKJI 1997, maka dicoba untuk mencari solusi atas persimpangan jalan yang tidak sesuai dengan persyaratan. Perbaikan kinerja simpang merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kapasitas suatu simpang bersinyal. Hal ini merupakan solusi dengan sedikit pengadaan

infrastruktur, sehingga menekankan pada optimalisasi manajemen lalulintas. Optimalisasi manajemen lalulintas dapat diterapkan dalam jangka waktu pendek karena tidak memerlukan biaya besar.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimana kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang sekarang (eksisting)?
- b. Bagaimana cara meningkatkan kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang jika tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997?
- c. Apakah dengan penggantian fase dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- d. Apakah dengan perbaikan geometri dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- e. Apakah dengan menggunakan bundaran dapat memperbaiki kinerja simpang Palbapang Magelang?
- f. Apakah ada perbedaan kinerja simpang Palbapang dengan perubahan fase dan penggunaan bundaran?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Menghitung dan mengevaluasi kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang pada kondisi saat ini (eksisting),
- b. Merancang perbaikan kinerja simpang bersinyal dengan penggantian fase untuk simpang Palbapang, Magelang,
- c. Memperkirakan dan membandingkan kinerja saat sekarang (eksisting) dengan kinerja simpang bersinyal setelah diganti fasenya dan diperbaiki geometrinya, dan
- d. Merancang perbaikan kinerja simpang bersinyal dengan perencanaan bundaran untuk simpang Palbapang, Magelang,

- e. Memperkirakan dan membandingkan kinerja simpang bersinyal setelah penggantian fase dan perbaikan geometri dengan perbaikan simpang dengan bundaran.

1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Mengacu pada latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta untuk memperjelas juga mempermudah perancangan, maka dibuat batasan-batasan terhadap penelitian ini, yang meliputi:

- a. Lokasi penelitian adalah persimpangan Palbapang, Kabupaten Magelang,
- b. Kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu lintas melainkan sebagai unsur hambatan samping (becak, sepeda, gerobak, delman, dan lain-lain),
- c. Faktor pembebasan lahan tidak ditinjau dalam perencanaan,
- d. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, dan
- e. Dalam hal perbandingan kinerja yang dibandingkan adalah kinerja simpang (eksisting) dengan hasil perencanaan kinerja simpang yang sudah diperbaiki.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang Palbapang, antara lain :

Manfaat Praktisi :

- a. bermanfaat bagi Dinas Perhubungan, kontraktor dan konsultan dalam menangani permasalahan lalu lintas pada simpang bersinyal di daerah simpang Palbapang, Kabupaten Magelang, dan
- b. memberikan alternatif pemecahan masalah untuk daerah simpang bersinyal di daerah simpang Palbapang.

Manfaat akademik :

menambah fakta empiris pada teori yang sudah ada hingga dapat memperluas khasanah teori persimpangan di Indonesia. Fakta empiris tersebut diharapkan pada waktu mendatang memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pengguna jalan dalam arti aman, nyaman, dan ekonomis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Persimpangan merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari semua sistem jalan. Persimpangan jalan didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO, 2001).

Hobbs (2004) menerangkan bahwa dalam arus lalu lintas dan kapasitas, terdapat tipe – tipe pertemuan jalan (*junction*), yaitu:

1. Pertemuan jalan sebidang (*at-grade junctions*) yaitu jalan berpotongan pada satu bidang datar.
2. Pertemuan jalan tak sebidang (*grade separated junctions*), dengan atau tanpa fasilitas jalan tak sebidang (*interchange*), yaitu berpotongan melalui atas atau bawah.
3. Kombinasi tipe 1 dan 2.

Hobbs (2004) juga mengutarakan bahwa pada pertemuan jalan terdapat semua gerakan membelok, maka jumlah simpang jalan tidak boleh lebih dari 4 buah demi kesederhanaan dalam perencanaan dan pengoperasian. Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Aliran lalu lintas prioritas dapat dirancang dengan tanda berhenti (STOP), memberikan jalan (*Give way*), mengalah (*yield*) atau jalan pelan – pelan.

Khisty dan Lall (2005) menerangkan bahwa tujuan dari persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan. Elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang adalah:

1. faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.

2. pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan, ukuran serta penyebaran kendaraan.
3. elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur fitur geometris,
4. faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat dan konsumsi.

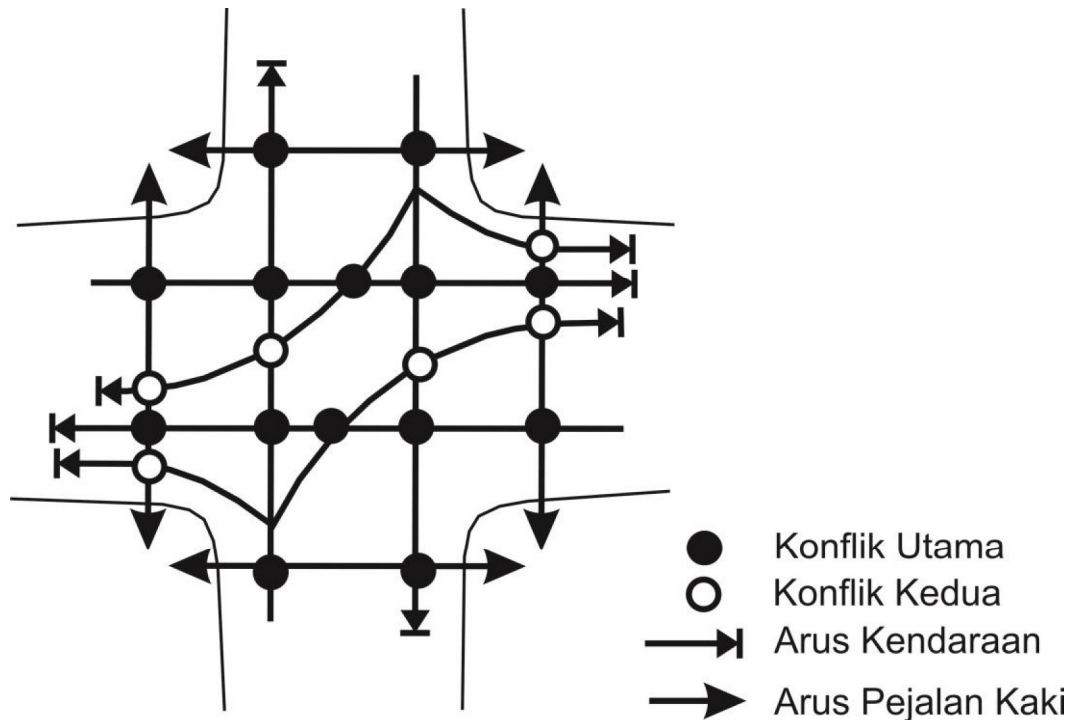
2.2 SIMPANG BERSINYAL

MKJI 1997 menerangkan bahwa 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.

Dengan menggunakan sinyal, perancang dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Dalam kondisi normal pada simpang empat terdapat konflik utama yaitu gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan. Sedangkan konflik kedua yaitu gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.1 pada halaman berikut.



Gambar 2.1 Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan

(Sumber : Dirjen Bina Marga, 1997)

2.3 BUNDARAN

Hobbs (1995) mengutarakan bahwa Bundaran dapat dianggap sebagai kasus istimewa dari kanalisasi yang pulau di tengahnya dapat bertindak sebagai pengontrol pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas berputar satu arah. Bundaran yang besar dapat mengatasi kekurangan seperti situasi berhenti – henti (stop/start) pada pertemuan jalan yang berkanalisasi. Tujuan bundaran ialah melayani gerakan menerus namun hal ini tergantung dari kapasitas dan luas area yang dibutuhkan

Salter (1995) mengatakan bahwa bundaran biasanya digunakan di daerah pusat perkotaan yang secara tradisional digunakan untuk memutuskan konflik antara pejalan kaki dengan arus lalu lintas di daerah yang terbuka luas.

Terdapat tiga tipe dasar bundaran yaitu:

1. Bundaran normal, yaitu bundaran yang mempunyai satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran tersebut dengan diameter empat meter atau lebih dan biasanya dibagian pendekat jalannya melebar,

2. Bundaran mini, yaitu bundaran yang memiliki satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran berupa marka bundaran yang ditinggikan diameternya kurang dari empat meter dan bagian pendekat jalannya melebar atau tidak dilebarkan, dan
3. Bundaran ganda, yaitu persimpangan individual dengan dua buah bundaran, bundaran normal atau bundaran mini yang berdekatan.

Menurut Munawar (2004) prinsip-prinsip geometrik bundaran tak bersinyal:

1. Bentuk pulau umumnya berbentuk lingkaran, tetapi dapat pula berbentuk elips atau suatu bentuk yang tidak simetris. Dalam menentukan bentuk tersebut yang terpenting adalah geometrik harus *streamline* sehingga memudahkan gerakan membelok arus lalu lintas,
2. Pada setiap lengan, diberikan pulau untuk mengarahkan arus lalu lintas masuk bundaran, dan
3. Ukuran kendaraan yang dapat digunakan sebagian besar kendaraan yang panjang adalah bundaran yang mempunyai diameter lingkaran luar sebesar 28 meter dengan diameter pulau di tengahnya sebesar 4 meter.

Menurut O' Flaherty (1997) bundaran dapat diartikan sebagai salah satu bentuk perpotongan yang bertujuan agar kendaraan yang berpotongan melewati suatu pulau lalu lintas yang ada di tengah-tengah sehingga membentuk sirkulasi atau perputaran arus yang terus menerus. Kendaraan yang ada di bundaran memiliki prioritas utama daripada kendaraan yang akan masuk bundaran. Bundaran sangat efektif dipergunakan sebagai suatu pengendalian persimpangan di daerah perkotaan dan luar kota yang memiliki beberapa karakteristik antara lain:

1. Presentasi volume lalu lintas yang belok kanan sangat banyak,
2. Tidak memungkinkan untuk membuat persimpangan dengan prioritas dari berbagai arah lengan pendekat,
3. Tidak seimbang jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan pergerakan bersilang maupun menikung,
4. Mengurangi tundaan jika dibandingkan penggunaan persimpangan bersinyal, dan
5. Terdapat perubahan dari jalan dua arah menjadi jalan satu arah.

Bundaran lebih disukai karena dapat mengurai tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total (Dirjen Bina Marga, 1997).

2.4 ARUS LALU LINTAS

Menurut Dirjen Bina Marga (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam, smp/jam, atau Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT).

2.5 KAPASITAS LALU LINTAS

2.5.1 Pengertian Kapasitas

Menurut Munawar (2004) kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Menurut High Capacity Manual 1994 (HCM 1994) pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan.

2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas

Faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu simpang menurut Oglesby dan Hick (1998) adalah:

1. Kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran dan dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur,
2. Kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada suatu simpang,
3. Karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan mambelok dari kendaraan, dan
4. Karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu truk dan bus melewati simpang.

2.6 VOLUME LALU LINTAS

Volume lalu lintas menurut Dirjen Bina Marga (1997) adalah jumlah

kendaraan yang lewat pada suatu jalan dalam suatu waktu (hari, jam, menit). Volume yang tinggi membutuhkan lebar jalan yang lebih besar sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan.

2.7 DERAJAT KEJENUHAN

Menurut Munawar (2004) derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, biasanya dihitung perjam. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak (Dirjen Bina Marga, 1997).

2.8 TUNDAAN

Menurut Munawar (2004) tundaan adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang.

2.9 PENELITIAN TERDAHULU

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

1. Putri (2011) menganalisis tingkat pelayanan simpang bersinyal Condong Catur. Analisis kinerja simpang eksisting menggunakan MKJI 1997. Berdasarkan analisis tersebut menghasilkan derajat kejenuhan tertinggi 1,96 dengan demikian sudah tidak memenuhi syarat, maka dicari alternatif yang tepat untuk memecahkan masalah pada simpang bersinyal tersebut berdasarkan MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, dan *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Upaya perbaikan simpang kinerja simpang Condongcatur dilakukan dengan merubah bentuk simpang menjadi bundaran yang berpedoman pada MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, dan *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Dari ketiga alternatif tersebut terpilih adalah analisis bundaran yang berpedoman pada MKJI 1997. Alternatif ini menghasilkan kapasitas rata-rata sebesar 6910 smp/jam, derajat

kejenuhan sebesar 0,75, tundaan bundaran rata-rata sebesar 12,04 det/smp, dan peluang antrian bundaran sebesar 15-35%.

2. Jannatin (2011) meneliti simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan kinerja Simpang Bersinyal Kentungan pada kondisi eksisting diperoleh nilai derajat kejenuhan yang sudah tidak memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 2,05; 2,02; 1,63 dan 1,89. Hasil perencanaan bundaran di tahun 2011, digunakan diameter bundaran sebesar 20 meter sedangkan hasil analisis kinerjanya didapatkan nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,66; 0,69; 0,65 dan 0,65. Sementara itu, hasil analisis kinerja dari rencana bundaran tahun 2011 pada tahun 2016 didapatkan nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,95; 1,0; 0,94 dan 0,94. Adapun setelah rencana bundaran tahun 2011 didesain ulang untuk tahun 2016, diperoleh nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, Timur dan Barat, yaitu sebesar 0,70; 0,61; 0,70 dan 0,69
3. Kusdiyanto (2010) meneliti pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta dengan menggunakan metode dalam buku MKJI 1997. Diperoleh derajat kejenuhan dari hasil analisis sebesar 1,063 untuk pendekat utara; 0,531 untuk pendekat selatan, 0,817 untuk pendekat timur, dan 0,983 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 93,713 det/smp. Karena nilai derajat kejenuhan (DS) melebihi ketentuan yang ditetapkan dalam buku MKJI 1997 yaitu $DS > 0,75$, maka perlu dilakukan perbaikan kinerja pada simpang bersinyal ini dengan merubah geometrik jalan dan merancang ulang pengaturan sinyal lalu lintas yang ada, kemudian setelah dianalisis diperoleh derajat kejenuhan 0,743 untuk pendekat

utara; 0,726 untuk pendekat timur; 0,736 untuk pendekat selatan; dan 0,729 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 42,846 det/smp. Perencanaan untuk tahun mendatang diperoleh nilai $DS = 0,733$ untuk pendekat utara; 0,743 untuk pendekat timur; 0,745 untuk pendekat selatan; dan 0,738 untuk pendekat barat dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 45,859 det/smp.

Berdasarkan Putri (2011) menganalisis tingkat pelayanan simpang bersinyal Condong Catur menggunakan bundaran dengan berbagai dasar metode, mulai dari MKJI 1997, TRRL (*Transport Road Reserch Laboratory*) 1984, hingga *Highway Capacity Manual* (HCM) 2000. Nilai terbaik kinerja didapatkan menggunakan MKJI 1997, sehingga penulis memakai acuan ini dalam mengevaluasi simpang Palbapang Kabupaten Magelang menggunakan bundaran dengan metode MKJI 1997.

Jannatin (2011) meneliti simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Metode penelitian menggunakan MKJI 1997 kemudian dievaluasi dan dibuat perencanaan bundaran pada simpang bersinyal Lingkar Utara Kentungan Yogyakarta. Penulis menggunakan acuan ini dikarenakan memiliki cara dan metode yang serupa dalam merencanakan bundaran dengan MKJI 1997 tetapi dengan lokasi yang berbeda yaitu di Simpang Palbapang Kabupaten Magelang.

Kusdiyanto (2010) meneliti pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta dengan menggunakan metode dalam buku MKJI 1997. Metode perbaikan fase dan geometri pada simpang bersinyal Mirota Kampus Yogyakarta yang digunakan untuk acuan perbaikan simpang Palbapang Kabupaten Magelang. menggunakan perbaikan fase dan geometri.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 METODE ANALISIS

Perhitungan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana jalan, lalu lintas, dan lingkungan. Penelitian studi lalu lintas ini menggunakan MKJI 1997 (Dirjen Bina Marga, 1997) karena merupakan metode yang umum digunakan pada kondisi dan situasi jalan di Indonesia.

3.2 ARUS DAN KOMPOSISI LALU LINTAS

Nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , dan belok kanan Q_{RT}) dikonversikan dari kendaraan per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing – masing pendekatan terlindung dan terlawan, seperti pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang untuk Kondisi Terlindung dan Terlawan

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

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.3 ARUS JENUH LALU LINTAS

Metode yang digunakan dalam menentukan arus jenuh lalu lintas menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Dirjen Bina Marga, 1997) adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat.

Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) digunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

- b. Menghitung nilai arus jenuh S yang disesuaikan dengan Persamaan 3.2.

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

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

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

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

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Sebelum menentukan faktor hambatan samping perlu diketahui kelas hambatan samping. Pada penelitian Tugas Akhir ini, penentuan kelas hambatan samping hanya berdasarkan pada kondisi khusus saja. Dalam menentukan kelas hambatan samping untuk jumlah berbobot kejadian dan kondisi wilayah tempat kejadian digunakan Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Kelas Hambatan Samping (SFC)

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m/jam	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman, jalan samping tersedia.
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman, beberapa angkutan umum, dsb.
Sedang	M	300-499	Daerah industri, beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	>900	Daerah komersial, aktivitas pasar sisi jalan.

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Untuk menentukan besarnya faktor penyesuaian digunakan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor seperti terlihat pada Tabel 3.4.

c. Waktu siklus dan waktu hijau

c-1 Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan Persamaan 3.3

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - FR) \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

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

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = rasio arus persimpangan

c-2 Waktu hijau (g_i) untuk masing – masing fase digunakan Persamaan 3.4

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times Pri \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

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

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

Pri = rasio frase

c-3 Waktu siklus yang disesuaikan (c) dapat dicari dengan Persamaan 3.5

$$c = \sum g + LTI \text{ (detik)} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

$\sum g$ = jumlah total waktu hijau (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan tak Bermotor (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,90	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang /Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.4 KAPASITAS PERSIMPANGAN

Kapasitas persimpangan didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*). *Saturation flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekat persimpangan jalan menurut pada saat waktu hijau per lajur. *Saturation flow* bernotasi S dan dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada waktu lampu hijau. Hitungan kapasitas masing–masing pendekat dapat dicari dengan Persamaan 3.6 berikut ini.

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.5 DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio volume arus lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Untuk menentukan besarnya derajat kejenuhan digunakan Persamaan 3.7 berikut ini.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

DS = derajat kejenuhan (per jam)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.6 PANJANG ANTRIAN

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

Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1)

a. Untuk $DS > 0,5$ digunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1) + ((8 \times (DS-0,5))/C)}] \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.8)$$

b. Jika $DS \leq 0,5$ maka : $NQ1 = 0$

Keterangan:

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

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam)

Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah (NQ2) dipakai Persamaan 3.9 berikut ini.

$$NQ2 = c \times ((1-GR) / (1-GR \times DS)) \times (Q / 3600) \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

c = waktu siklus (detik)

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

Penyesuaian arus dipakai Persamaan 3.10

$$Q_{peny} = \sum (Q_{masuk} - Q_{keluar}) \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3.10)$$

Jumlah kendaraan antrian digunakan Persamaan 3.11

$$NQ = NQ1 + NQ2 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.11)$$

Panjang antrian digunakan Persamaan 3.12

$$QL = NQ_{maks} \times (20 / W_{masuk}) \text{ (meter)} \dots\dots\dots(3.12)$$

Angka henti (NS) masing-masing pendekat dapat dicari dengan Persamaan 3.13

$$NS = 0,9 \times (NQ / (Q \times c) \times 3600 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.13)$$

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekat, digunakan Persamaan 3.14

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3.14)$$

Besarnya angka henti seluruh persimpangan dapat ditentukan dengan Persamaan 3.15 berikut ini.

$$NS_{TOT} = \sum NSV / Q_{TOT} \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan:

NS = angka henti per smp

NQ = jumlah kendaraan antri (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

NSV = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

NS_{TOT} = angka henti seluruh persimpangan

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

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

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.7 TUNDAAN

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

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

Untuk menghitung tundaan lalu lintas rata-rata (DT) pada setiap pendekat akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya di persimpangan berdasarkan Akcelik (1998) digunakan Persamaan 3.16 dibawah ini.

$$DT = (c \times A) + \frac{(NQ1 \times 3600)}{c} \text{ (detik/smp)} \dots \dots \dots (3.16)$$

Keterangan :

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

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

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

A = konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.8 KARAKTERISTIK ALIRAN LALU LINTAS

Aliran lalu lintas Q menyatakan arus lalu lintas dan mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruangan yang diukur dalam suatu interval waktu tertentu.

$$Q = \sum_{i=1}^n q \dots\dots\dots(3.17)$$

Dengan q menyatakan arus dari $i=1$ sampai n .

Angka aliran (*rate of flow*) adalah angka ekivalen selama suatu jam dari jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau ruas lajur jalan yang ditinjau dalam suatu interval waktu tertentu yang lebih kecil dari satu jam, biasanya selama 15 menit.

Faktor jam puncak (*peak hour faktor*) didefinisikan sebagai perbandingan dari jumlah volume lalulintas selama satu jam dengan angka aliran puncak pada jam tersebut.

$$PHF = \frac{\text{Volume kendaraan selama satu jam}}{\text{Angka aliran puncak dalam satu jam}} \dots\dots\dots(3.18)$$

Jika periode yang digunakan selama 15 menit, maka PHF dapat dihitung dengan Persamaan :

$$PH = \frac{V}{4+V_{15}} \dots\dots\dots(3.19)$$

Keterangan :

PHF = Faktor jam puncak

V = Volume satu jam

V_{15} = Volume sebagai periode tertinggi 15 menit dalam jam puncak
(kendaraan/15 menit)

3.9 KARAKTERISTIK VOLUME LALU LINTAS

Volume lalulintas menyatakan suatu jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam ruang selama suatu interval waktu tertentu. Volume lalulintas ini dihitung berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu jalan dalam selama satuan waktu, seperti pada persamaan 3.22 dibawah ini.

$$q = \frac{N}{T} \dots\dots\dots(3.20)$$

Keterangan :

q = volume kendaraan (kendaraan / jam)

N = jumlah kendaraan yang lewat (kendaraan)

T = waktu atau periode pengamatan (jam)

Volume lalulintas yang akan digunakan dalam analisis penelitian ini adalah :

1. volume harian, yaitu volume lalulintas pada hari Senin, Rabu, dan Sabtu,
2. volume tiap jam, yaitu volume lalulintas yang terjadi pada tiap jam- jam puncak.

Volume lalulintas pada umumnya berbeda antara volume lalulintas jam sibuk pagi, siang dan sore.

3.10 SATUAN MOBIL PENUMPANG

Data arus lalu lintas yang didapatkan dari survei primer di lapangan adalah dalam data arus lalu lintas dalam suatu kendaraan/jam. Sedangkan untuk pengolahan data selanjutnya satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp). Oleh karena itu, untuk mengolah data arus lalu lintas yang diperoleh dari lapangan, dilakukan konversi dari satuan kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp).

Menurut MKJI 1997, nilai ekivalen mobil penumpang adalah sebagai berikut ini.

Tabel 3.5 Nilai Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

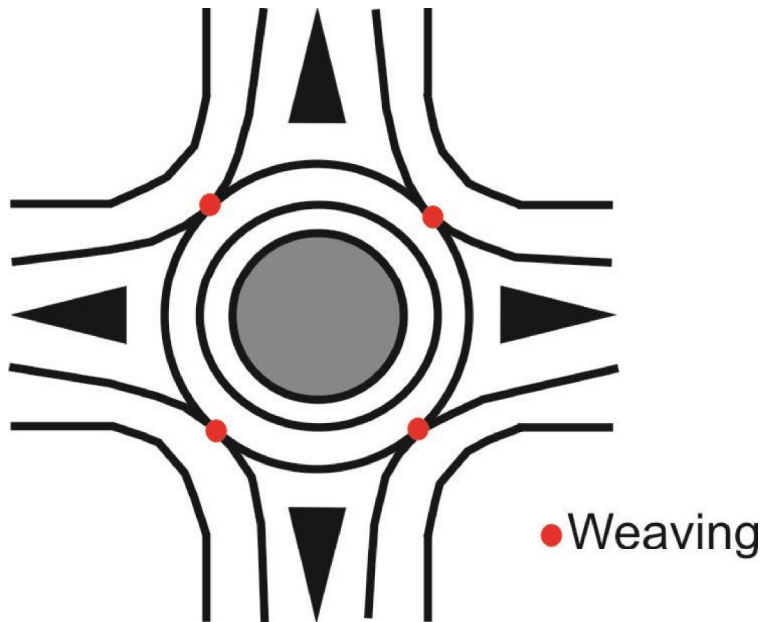
Tipe Kendaraan	Ekivalen mobil penumpang	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
Kendaraan Ringan (Lv)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (Hv)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,5

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Sedangkan untuk kendaraan tidak bermotor (*un-motorcycle*), menurut MKJI 1997 diperhitungkan sebagai hambatan samping.

3.11 KONSEP BUNDARAN MENURUT MKJI

Bundaran merupakan salah satu solusi terbaik karena pada kondisi ini, bundaran dapat mengurangi konflik pada simpang jalan. Pada persimpangan terdapat alih gerak kendaraan yaitu *diverging* (berpencar), *merging* (bergabung), *crossing* (berpotongan) dan *weaving* (berjalanan). Bila diterapkan konsep bundaran dalam hal ini adalah *roundabout* maka alih gerak kendaraan dapat diminimalisir menjadi *weaving*.



Gambar 3.1 Titik konflik antar kendaraan berkurang

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

3.12 RASIO JALINAN BUNDARAN

$$P_W = Q_W/Q_{TOT} \dots \dots \dots (3.21)$$

Keterangan :

Q_W = Arus menjalin (smp/jam)

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

P_W = Rasio jalinan

Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{VEH} \dots \dots \dots (3.22)$$

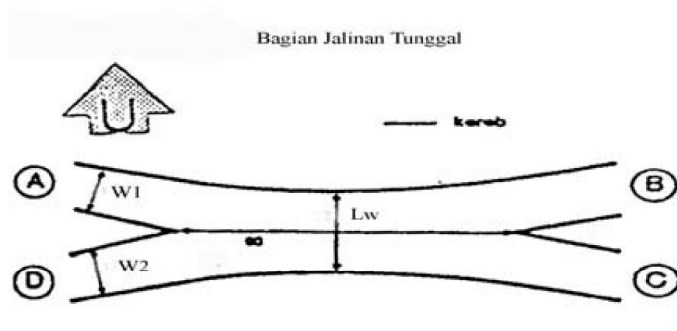
Keterangan :

Q_{UM} = Arus kendaraan non motor (kendaraan non motor/jam)

Q_{VEH} = Arus kendaraan (smp/jam)

Bagian Jalinan dibagi Menjadi Dua Tipe Utama Yaitu :

1. Bagian jalinan tunggal



Gambar 3.2 Bagian Jalinan Tunggal

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

Keterangan :

W_1 = Lebar pendekat 1 yang akan masuk kebagian jalinan

W_2 = Lebar pendekat 2 yang akan masuk kebagian jalinan

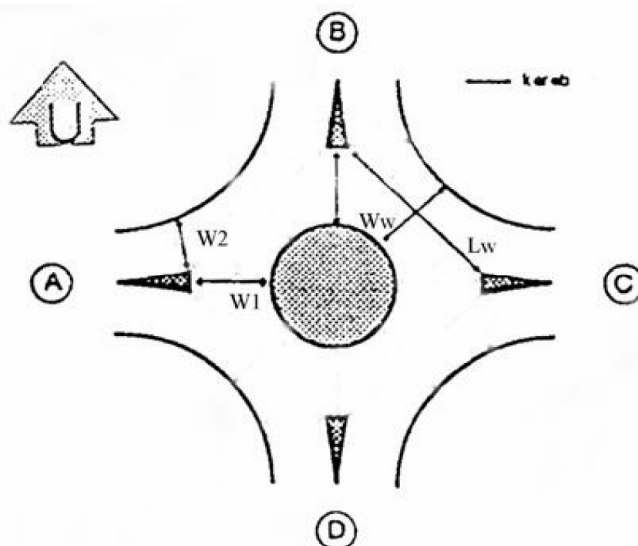
L_w = Panjang jalinan

W_w = Lebar jalinan

W_E = Lebar rata-rata pendekat untuk masing-masing bagian jalinan

jika $W_1 > W_w$ maka $W_1 = W_w$ dan bila $W_2 > W_w$ maka $W_2 = W_w$.

2. Bagian jalinan bundaran



Gambar 3.3 Bagian Jalinan Bundaran

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Keterangan :

W_1 = Lebar pendekat 1 yang akan masuk kebagian jalinan bundaran

W_2 = Lebar pendekat 2 yang akan masuk kebagian jalinan bundaran

W_3 = Lebar pendekat 3 yang akan masuk kebagian jalinan bundaran

L_W = Panjang jalinan

W_W = Lebar jalinan

W_E = Lebar rata-rata pendekat untuk masing-masing bagian jalinan bundaran

3.13 UKURAN KINERJA BUNDARAN

Ukuran kinerja suatu bundaran dapat dikatakan baik bila memiliki kapasitas bundaran yang tinggi dibanding volume lalu lintas yang dilayaninya. Perbandingan ini disebut dengan derajat kejenuhan bundaran. Secara umum semakin rendah nilai derajat kejenuhan bundaran maka semakin baik kinerja bundaran. Disamping itu juga terdapat tundaan bundaran dan peluang antrian bundaran untuk menjadi ukuran kinerja bundaran, tetapi hal tersebut besarnya sangat tergantung dari nilai derajat kejenuhan bundaran. Ukuran kinerja bundaran secara umum dalam analisis operasional pada bundaran yang dapat diperkirakan berdasarkan aturan MKJI 1997 adalah :

1. Kapasitas Bundaran,
2. Derajat Kejenuhan Bundaran,
3. Tundaan Bundaran,
4. Peluang Antrian Bundaran

3.13.1 Kapasitas Bundaran

Kapasitas (C) sesungguhnya (smp/jam) dihitung dengan menggunakan induksi faktor penyesuaian F. Besarnya kapasitas tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times \left(1 + \frac{W_E}{W_W}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{P_W}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{W_W}{L_W}\right)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \dots \dots (3.23)$$

Keterangan :

$$W_E = (\text{lebar masuk rata-rata}) = \frac{1}{2} (W_1 + W_2)$$

$$W_W = \text{Lebar jalinan (m)}$$

$$L_W = \text{Panjang jalinan (m)}$$

$$P_W = \text{Rasio jalinan}$$

$$F_{CS} = \text{Faktor penyesuaian ukuran kota}$$

$$F_{RSU} = \text{Faktor penyesuaian tipe lingkaran}$$

$$\text{Faktor } W = 135 \times W_W^{1,3} \dots\dots\dots(3.24)$$

Faktor penyesuaian F_{CS} untuk ukuran kota dimasukan sebagai jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan sebagaimana Tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
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: Dirjen Bina Marga (1997)

Faktor penyesuaian F tipe lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas sebagaimana yang ditunjukkan melalui Tabel 3.7 di bawah ini sedangkan nilai faktor penyesuaian adalah dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya perkotaan, rumah makan, perkotaan dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan)
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dan jalan masuk
Akses Terbatas	Tempat jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dan sebagainya)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Tabel 3.8 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor.

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

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Kapasitas dasar adalah kapasitas pada geometri dan prosentase jalinan tertentu tanpa induksi faktor penyesuaian dan dihitung dengan persamaan :

$$C_o = 135 \times W_W^{1,3} \times \left(1 + \frac{W_E}{W_W}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{P_W}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{W_W}{L_W}\right)^{-1,8} \dots\dots\dots(3.25)$$

Keterangan:

W_E = lebar masuk rata-rata = $\frac{1}{2} (W_1 + W_2)$

W_W = lebar jalinan (m)

L_W = panjang jalinan (m)

P_W = rasio jalinan

$$\text{Faktor } W_W = 135 \times W_W^{1,3} \dots\dots\dots (3.26)$$

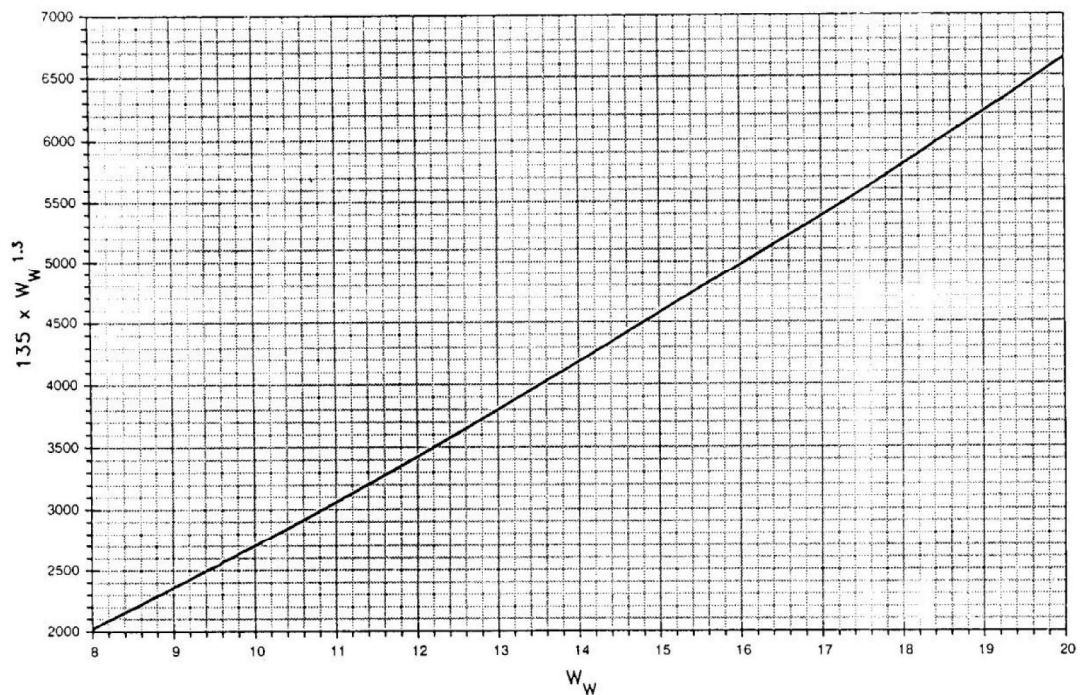
$$\text{Faktor } W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5} \dots\dots\dots (3.27)$$

$$\text{Faktor } P_W = (1 - P_W/3)^{0,5} \dots\dots\dots (3.28)$$

$$\text{Faktor } W_W/L_W = \frac{1}{(1 + W_W/L_W)^{1,8}} \dots\dots\dots (3.29)$$

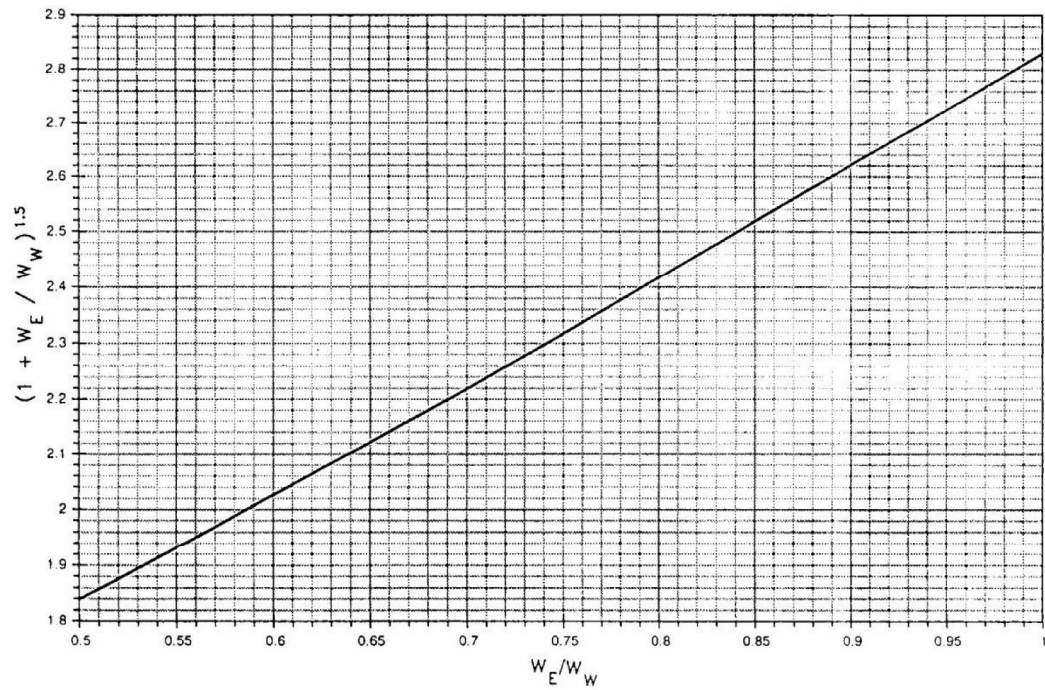
Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adalah :

1. kondisi ideal,
2. kondisi jalan,
3. kondisi medan,
4. kondisi lalulintas,
5. populasi pengemudi,
6. kondisi pengendalian lalulintas.



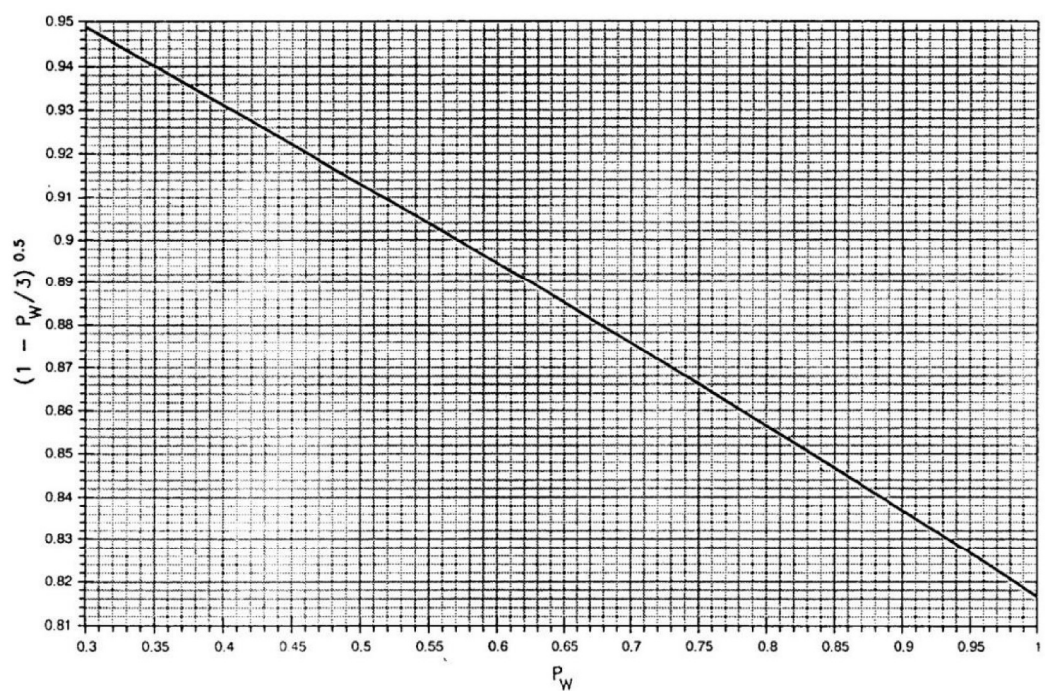
Gambar 3.4 Grafik Faktor $W_W = 135 \times W_W^{1,3}$

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)



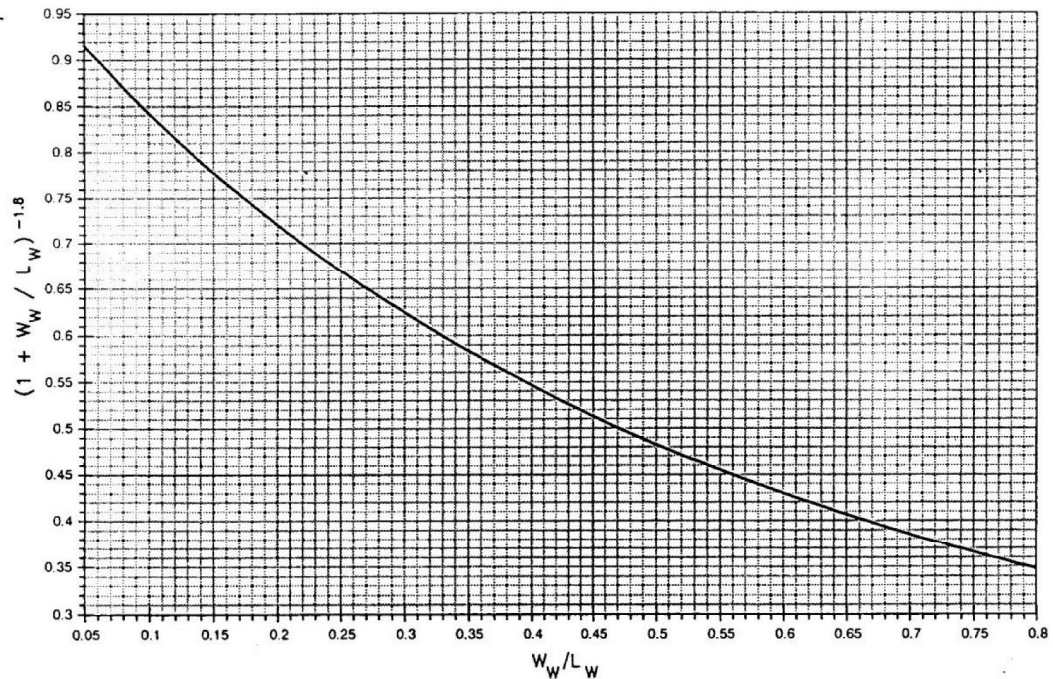
Gambar 3.5 Grafik Faktor $W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1.5}$

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.6 Gambar Grafik Faktor $P_W = (1 - P_W/3)^{0.5}$

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.7 Grafik Faktor $W_w/L_w = (1 + W_w/L_w)^{-1.8}$

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.13.2 Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, derajat kejenuhan (DS) bagian jalinan dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \dots\dots\dots(3.30)$$

$$Q_{smp} = Q_{kendaraan} \times F_{smp} \dots\dots\dots(3.31)$$

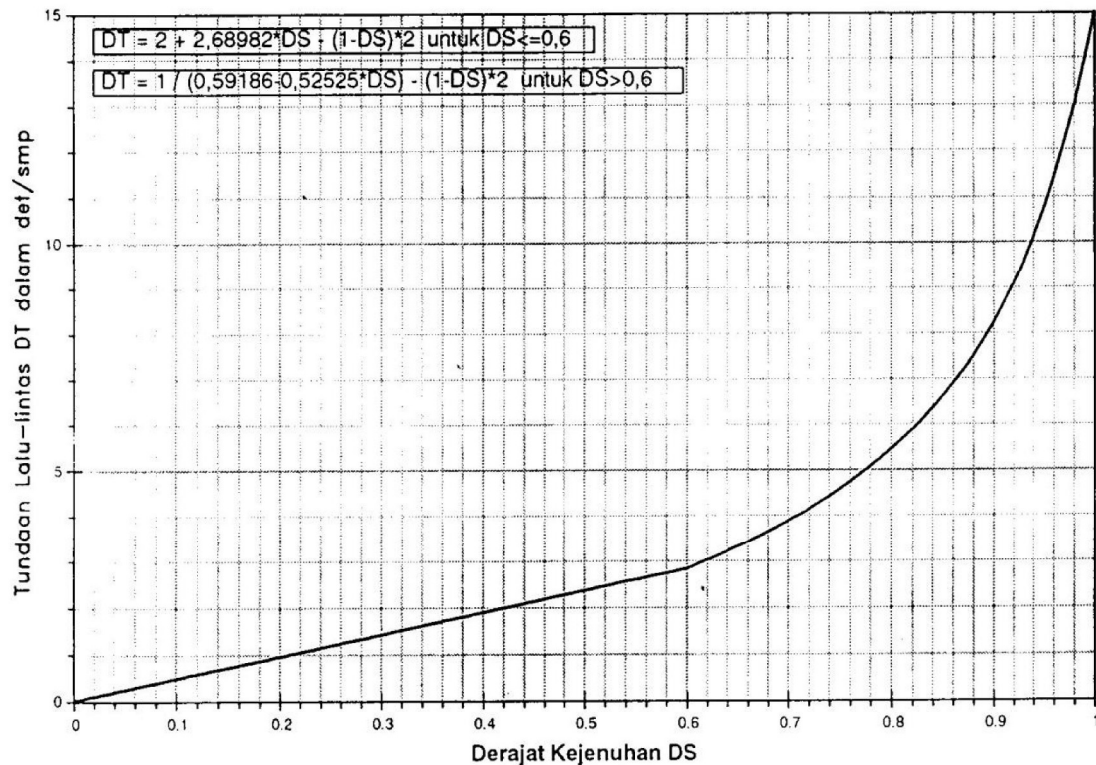
$$F_{smp} = (LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC}) / 100 \dots\dots\dots(3.32)$$

Keterangan :

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

F_{smp} = Faktor mobil satuan penumpang

C = Kapasitas (smp/jam)



Gambar 3.8 Grafik Tundaan Lalulintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan
Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.13.3 Tundaan

Tundaan pada bagian jalan dapat terjadi karena dua sebab berikut ini:

1. Tundaan lalulintas (DT) akibat interaksi lalulintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan.
2. Tundaan geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalulintas.

Tundaan rata-rata bagian jalinan dihitung sebagai berikut ini:

$$D = DT + DG \dots\dots\dots(3.33)$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DT = tundaan lalulintas rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DG = tundaan geometrik rata-rata bagian jalinan (det/smp)

Tundaan lalulintas pada bagian jalan ditentukan berdasarkan kurva

tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

Tundaan geometrik pada bagian jalinan dihitung menggunakan Persamaan:

$$DG = (1-DS) \times 4 + Ds \times 4 = 4 \dots\dots\dots(3.34)$$

Tundaan rata-rata bundaran dihitung menggunakan Persamaan :

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} + DG ; i=1\dots n \dots\dots\dots(3.35)$$

Keterangan :

D_R = Tundaan bundaran rata-rata (detik/smp)

i = bagian jalinan i dalam bundaran

n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran

Q_i = arus total lapangan pada bagian jalinan i (detik/smp)

DT_i = tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i (detik/smp)

Q_{masuk} = jumlah arus total yang masuk bundaran (smp/jam)

DG = tundaan rata-rata geometrik pada bagian jalinan (detik/smp)

Tundaan bundaran (D_R) dihitung sebagai berikut :

Adalah tundaan lalulintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung menggunakan Persamaan :

$$D_R = \frac{DT_R}{4} \dots\dots\dots(3.36)$$

Untuk ukuran batasnya 10 detik/smp

3.13.4 Peluang Antrian pada Bagian Jalinan Bundaran

Peluang antrian $QP\%$ pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva antrian empiris, dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

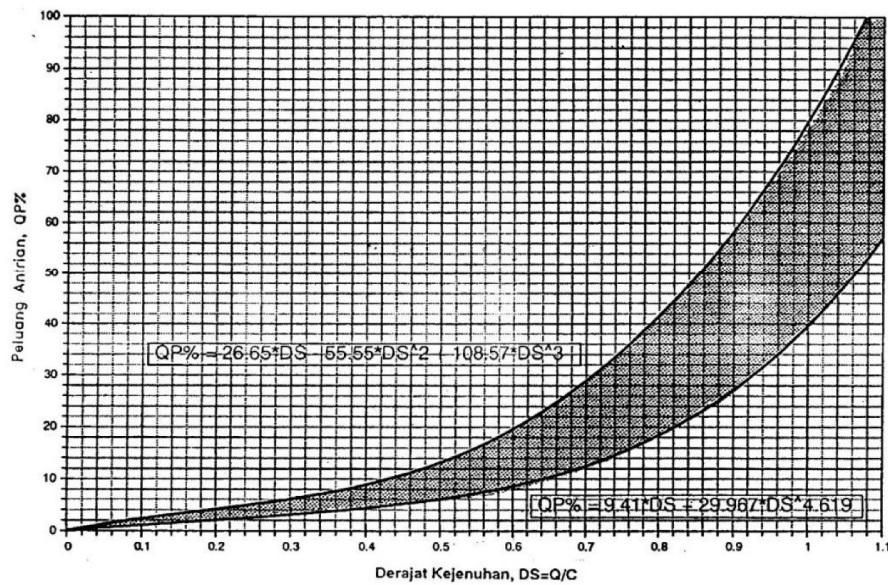
Peluang antrian bundaran di tentukan dengan menggunakan Persamaan :

$$QP\% = \text{MAKS dari } (QP\%) ; 1\dots n \dots\dots\dots(3.37)$$

keterangan :

$QP\%$ = peluang antri bagian jalinan i ,

n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran



Gambar 3.9 Grafik Peluang Antrian (QP) Vs Derajat Kejenuhan (DS)
Derajat Kejenuhan, $DS = Q/C$

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

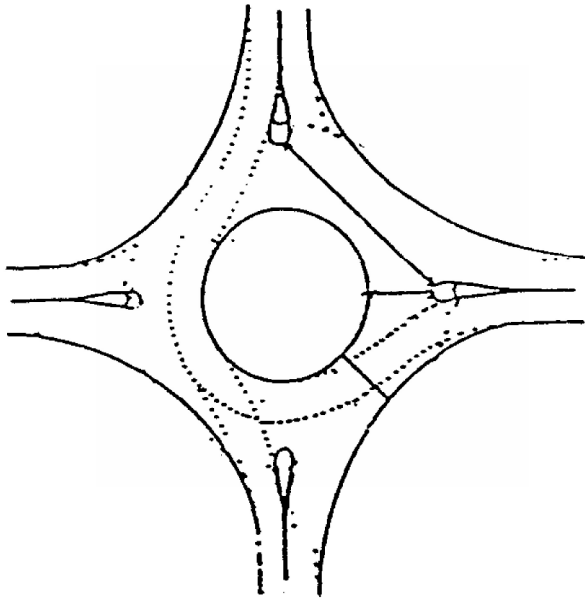
3.14 TIPE BUNARAN

Bundaran efektif jika digunakan untuk persimpangan antara jalan-jalan yang sama ukuran dan tingkat arusnya. Oleh sebab itu bundaran adalah sangat sesuai bagi persimpangan antara jalan dua lajur dan empat lajur. Tipe bundaran dapat dilihat dari Tabel 3.9 berikut ini.

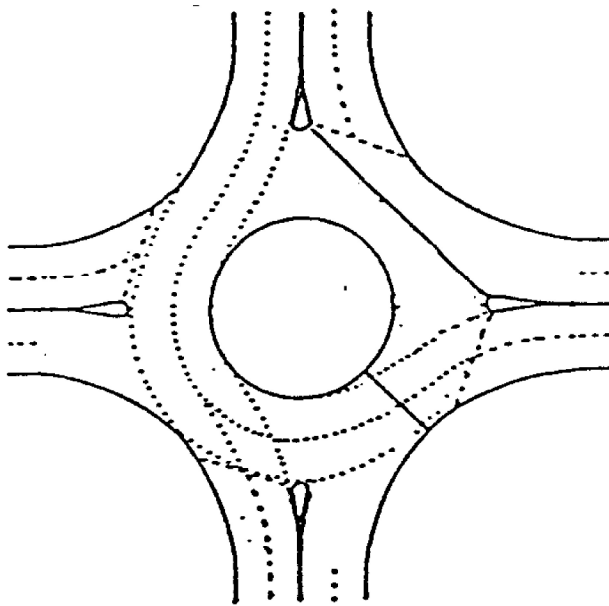
Tabel 3.9 Nilai Tipe Bundaran

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran (m)	Jumlah lajur masuk	Lebar lajur masuk W_1 (m)	Panjang jalinan L_w (m)	Lebar jalinan W_w (m)
R10-11	10	1	3,5	23	7
R10-22	10	2	7,0	27	9
R14-22	14	2	7,0	31	9
R20-22	20	2	7,0	43	9

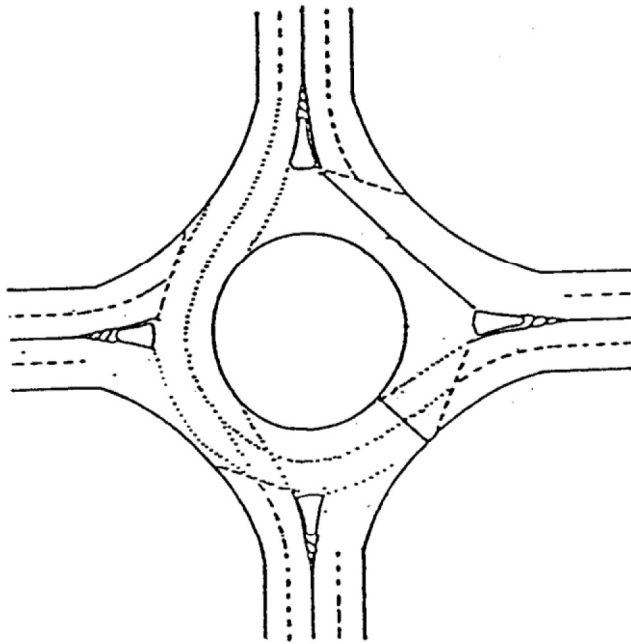
Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)



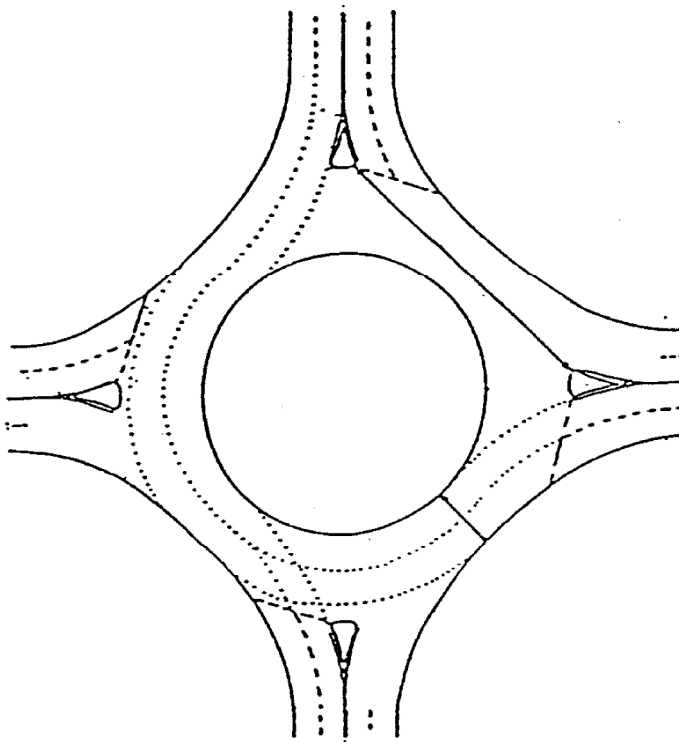
Gambar 3.10 Tipe Bundaran R10-11
Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.11 Tipe Bundaran R10-22



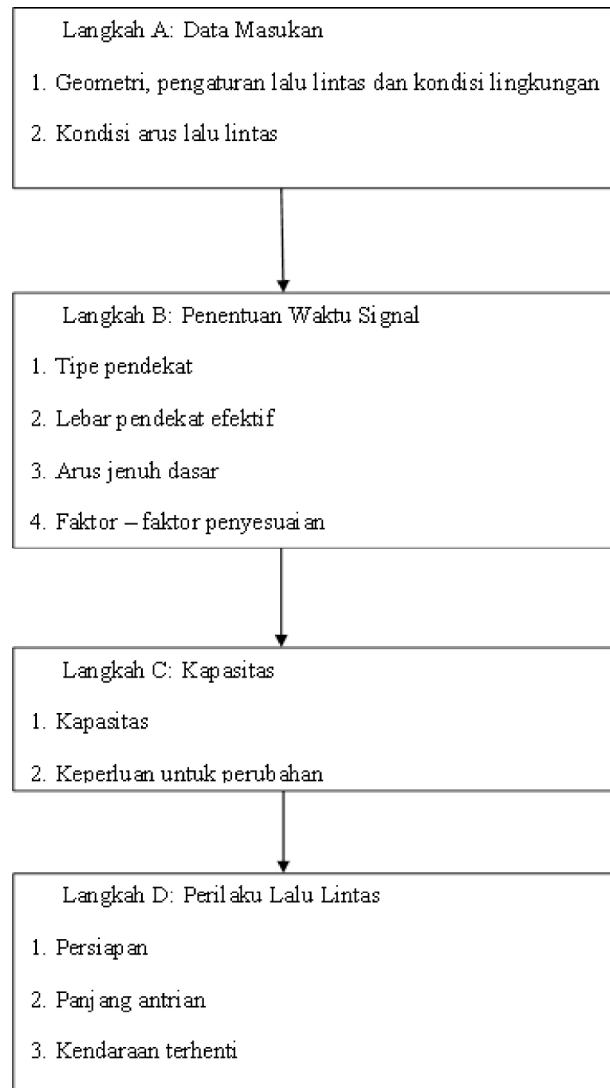
Gambar 3.12 Tipe Bundaran R14-22
Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.13 Tipe Bundaran R20-22
Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

3.15 RINGKASAN PROSEDUR HITUNGAN

Bagan alir prosedur perhitungan ini digambarkan seperti terlihat pada Gambar 3.14



Gambar 3.14. Bagan Alir Untuk Analisis Simpang Bersinyal

Sumber : Dirjen Bina Marga (1997)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 menggunakan beberapa formulir untuk membantu perhitungan yang antara lain adalah sebagai berikut :

SIG I : Geometrik, Pengaturan Lalulintas, Lingkungan

SIG II : Arus lalulintas

- SIG III : Waktu antar hijau, Waktu hilang
 SIG IV : Penentuan waktu sinyal, Kapasitas
 SIG V : Panjang antrian, Jumlah kendaraan terhenti, Tundaan

3.14 JALUR BELOK KANAN

Berdasarkan Dirjen Bina Marga (1992) setiap persimpangan harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menampung volume pada jalan tersebut tanpa meninggalkan tingkat keselamatan baik pengguna jalan maupun pejalan kaki. Persimpangan sebidang seharusnya dilengkapi dengan jalur belok kanan tersendiri. Walaupun demikian terdapat beberapa pengecualian untuk hal-hal berikut ini :

1. Terdapat larangan belok kanan pada persimpangan,
2. Jalan kelas II, III atau IV dengan kapasitas yang dapat menampung volume lalulintas puncak,
3. Jalan 2 jalur dengan kecepatan rencana 40 Km/jam atau kurang, dimana volume rencana per jam kendaraan kurang dari 200 kend/jam dan perbandingan kendaraan belok kanan kurang dari 20% dari volume rencana tiap jam.

Panjang jalur belok kanan dapat ditentukan dengan menjumlahkan panjang tape dan panjang antrian (*storage section*). Panjang jalur belok kanan hitung dengan Persamaan 3.40 berikut ini.

$$L = l_t + l_s \quad (3.38)$$

Keterangan:

L = panjang jalur belok kanan (m)

l_t = panjang taper (m)

l_s = panjang jalur antrian (m)

Panjang taper adalah nilai terbesar antara panjang yang diperlukan pada pergeseran dari lalu lintas menerus sampai jalur belok kanan dan panjang yang

diperlukan untuk memperlambat kendaraan. Panjang taper dihitung dengan Persamaan 3.41 berikut ini.

$$l_t = \max (l_c, l_d) \dots\dots\dots(3.39)$$

Keterangan :

l_t = panjang taper (m)

l_c = panjang yang diperlukan untuk pergeseran lajur (m)

l_d = panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan (m)

Panjang yang diperlukan untuk pergeseran lajur dihitung dengan Persamaan 3.42 berikut ini.

$$l_c = v \times dw/6 \dots\dots\dots(3.42)$$

Keterangan :

l_c = panjang yang diperlukan untuk pergeseran lajur (m)

v = kecepatan rencana (km/jam)

dw = *lateral shift* (sama dengan lebar jalur belok kanan) (m)

Panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan ditentukan oleh kecepatan rencana dan lebar jalur belok kanan. Untuk mencari panjang yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan dapat diambil dari Tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 3.10 Panjang Minimum yang dibutuhkan untuk perlambatan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Minimum yang dibutuhkan untuk perlambatan (m)
80	45
60	30
50	20
40	15
30	10
20	10

Sumber: Dirjen Bina Marga (1992)

Panjang jalur antrian pada persimpangan dengan lampu lalu lintas dihitung dengan Persamaan 3.44 berikut ini.

$$l_s = 1,5 \times N \times S \dots\dots\dots(3.44)$$

Keterangan :

l_s = panjang *storage Election* (m)

N = banyak kendaraan belok kanan rata-rata (kend/cycle)

S = *head distance* rata-rata (m)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 UMUM

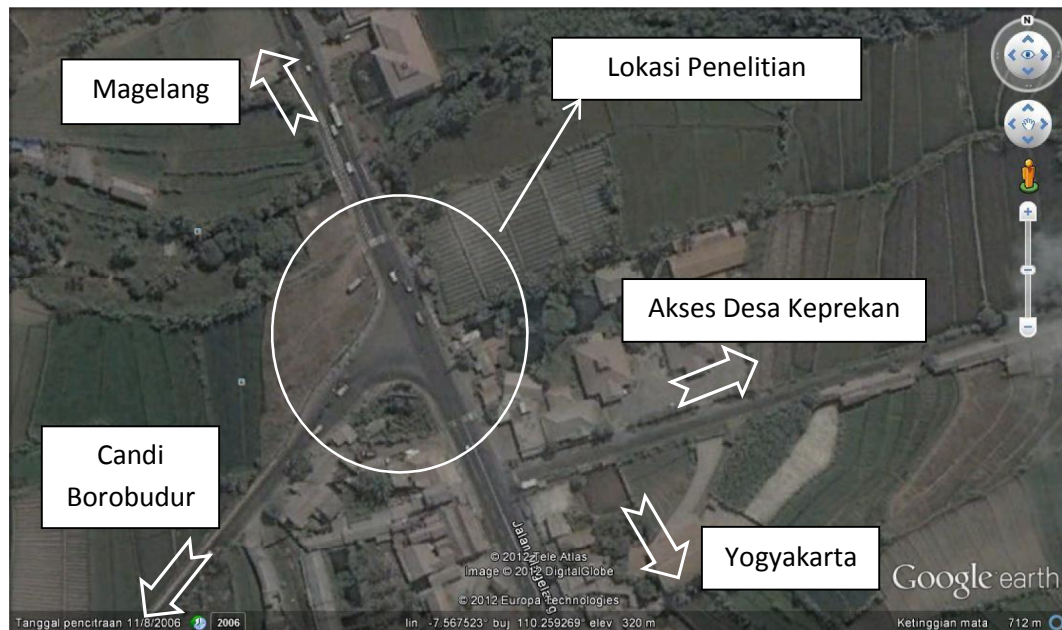
Penelitian ini dilaksanakan dengan mengevaluasi kinerja simpang bersinyal di lapangan. Hasil evaluasi tersebut kemudian dikembangkan dengan merencanakan ulang (*re-design*) persimpangan menjadi beberapa alternatif yaitu persimpangan bersinyal dengan perbaikan fase, perbaikan geometri hingga perbaikan dengan bundaran sesuai dengan MKJI 1997. Untuk tempat akan dilakukan di persimpangan Palbapang, Magelang.

4.2 PERSIAPAN

Selama tahap persiapan kegiatan-kegiatan yang dilakukan antara lain mencari data penelitian tentang persimpangan tersebut yang waktunya masih dapat ditoleransi, setelah itu dilakukan perancangan bundaran dan pada akhirnya membandingkan hasil tugas akhir peneliti sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan sekarang.

4.3 LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Magelang, Propinsi Jawa Tengah, dimana terdapat simpang bersinyal yang mencakup Jalan Raya Magelang Yogyakarta, Jalan Akses Candi Borobudur. Lokasi penelitian ini tidak mencakup akses desa keprekan yang berlokasi di sebelah selatan simpang Palbapang. Jalan akses desa keprekan ditinjau tidak terlalu berpengaruh terhadap simpang. Kondisi eksisting pada pendekatan selatan yang berdekatan dengan jalan akses desa keprekan terdapat pemisah jalan, sehingga akses ke desa keprekan tidak dapat melakukan *crossing* ke arah utara maupun dari arah selatan akan *crossing* ke jalan akses keprekan. Walaupun akses terbatas pada jalan tersebut tetapi terdapat jalan alternatif untuk menuju ke desa keprekan, sehingga jalan akses ini tidak ditinjau pada penelitian ini. Lokasi ini dapat dilihat pada denah Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian

Sumber : Google Inc, Google Earth 2006

4.4 ALAT-ALAT PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

1. formulir penelitian dan alat tulis,
2. seperangkat alat komputer,
3. alat penghitung (kalkulator),
4. pita ukur (meteran),
5. Payung,
6. Tripod,
7. Video Camcorder.

4.5 DATA PENELITIAN

Proses ini dilakukan untuk menginventarisasi data penelitian, agar data yang diperoleh dapat dikelompokkan ke dalam jenis-jenisnya. Pengelompokan data dapat dibagi menjadi data primer dan data sekunder.

4.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara observasi atau pengamatan langsung di lokasi yang meliputi :

1. Volume Lalulintas

Volume lalu lintas ini digunakan untuk menentukan kapasitas suatu jalan, agar nanti dapat diketahui bagaimana kelayakan suatu jalan menurut MKJI 1997.

2. Geometrik simpang

Pengukuran geometrik simpang dilakukan untuk mengetahui :

- a. Lebar perkerasan jalan yang berupa lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar
- b. Lebar jalur (belok kiri, terus,elok kanan)
- c. Ada atau tidaknya median (bila ada, diukur lebarnya)
- d. Jarak antar simpang

3. Lingkungan simpang

Lingkungan simpang diamati berdasarkan pengamatan visual. Diperlukan untuk mengetahui di sekitar ruas jalan yang diamati merupakan lahan komersil, lahan pemukiman atau daerah dengan akses terbatas.

4.5.2 Data Sekunder

Pada penelitian ini digunakan data sekunder simpang Palbapang yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Selain itu ada beberapa data yang merujuk dari instansi pemerintah terkait dengan penelitian ini. Data sekunder tersebut digunakan untuk mendukung kinerja dari data primer.

4.6 WAKTU PENGAMATAN

Waktu pengamatan dilakukan dengan mempertimbangan keadaan di lapangan. Dari segi cuaca maupun efektivitas dalam pengambilan data.

4.6.1 Data Primer

1. Volume Lalulintas

Waktu pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui Volume Lalulintas. Pengamatan akan dilakukan dalam satu pekan dilakukan tiga hari yaitu pada tanggal 22, 25 dan 27 Oktober 2012

Pengamatan dilakukan pada perkiraan jam puncak yaitu:

- a) Pagi hari pada pukul 08.00-10.00
- b) Sore hari pada pukul 16.00-18.00

2. Geometrik simpang

Waktu pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui geometrik simpang, jadi pengukuran akan dilakukan pada dini hari tanggal 29 Oktober 2012. Hal ini dilakukan karena diperlukan keadaan yang kosong agar pengukuran berjalan lancar.

3. Lingkungan simpang

Lingkungan simpang diamati berdasarkan pengamatan visual pada saat pengamatan volume lalulintas dilaksanakan.

4.6.2 Data Sekunder

1. Volume Lalulintas tahun sebelumnya

Data sekunder Volume Lalulintas ini adalah data Volume Lalulintas sebelum tahun 2012. Data Sekunder ini kami peroleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Magelang

2. Geometrik simpang sebelum Pelebaran jalan

Data sekunder Geomatrik simpang sebelum pelebaran jalan pada tahun 2011 kami peroleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Magelang

4.7 SURVEI LALU LINTAS

Hal ini dilakukan untuk menentukan karakteristik dan jenis jalan sehingga dalam meneliti persimpangan dapat diketahui nilai eksisting-nya. Survei volume lalu lintas dijadikan data sekunder maka survei lalu lintas akan difokuskan pada survei geometri lalu lintas saja. Survei ini dilaksanakan pada dini hari tanggal 29 Oktober 2012.

Survei geometri dilakukan untuk mengetahui ukuran-ukuran penampang melintang jalan luas bundaran dan ukuran median sehingga bisa didapatkan kapasitas dari jalan yang diteliti. Jalannya survei adalah sebagai berikut ini:

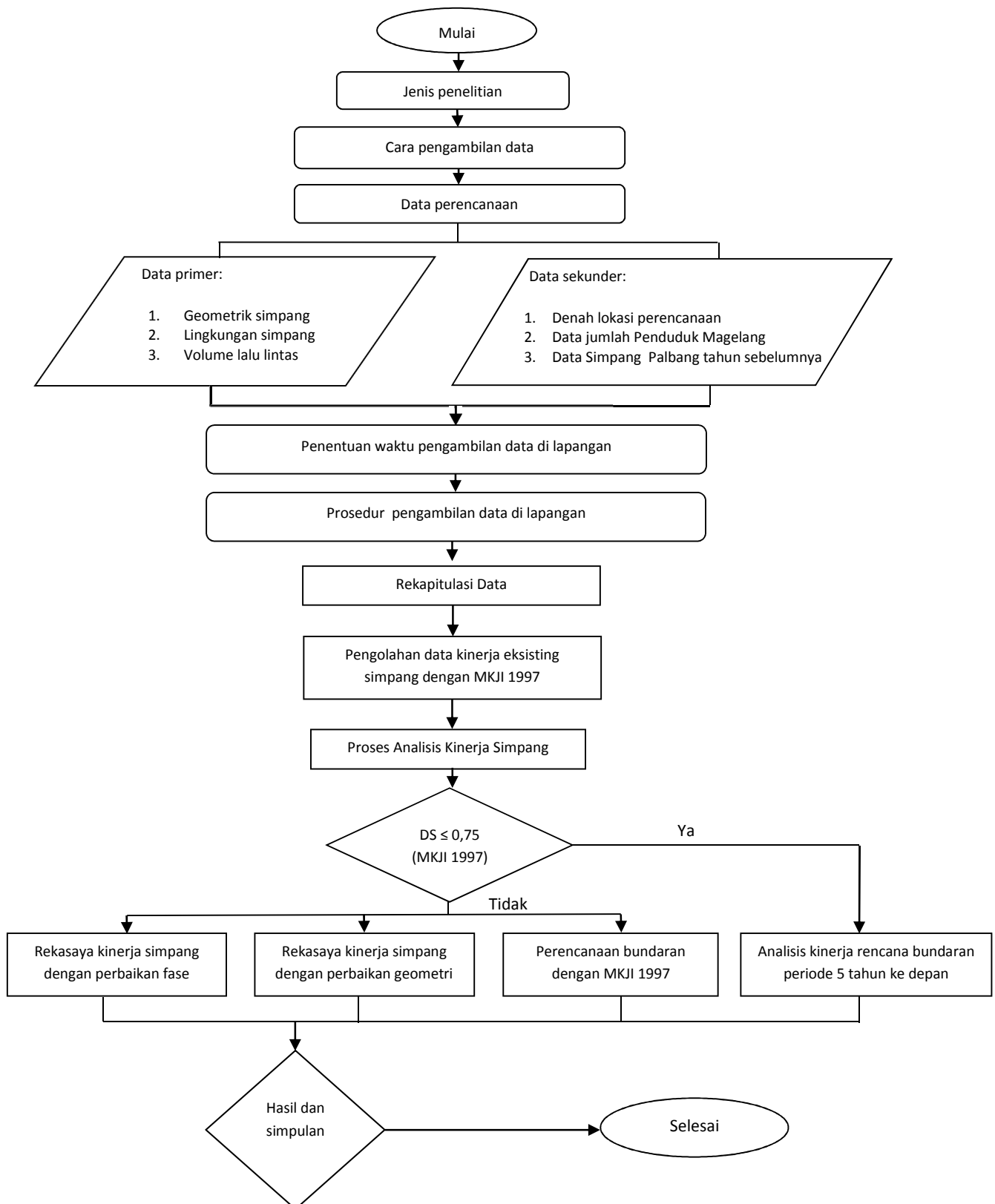
1. pengamat melakukan pengukuran dengan meteran lalu mencatat dan menggambarkan hasil pengukuran tersebut,
2. data-data dari hasil survei geometri digambarkan dan dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan yang ada sehingga didapatkan kapasitas dan derajat kejenuhan jalan tersebut.

4.8 METODE ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dari beberapa instansi pemerintah yang terkait dan hasil pengamatan di lokasi penelitian dikumpulkan dan dianalisis. Metode analisis yang digunakan pada kinerja simpang bersinyal adalah MKJI 1997.

4.9 BAGAN ALIR PENELITIAN

Setelah data terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah meneliti data tersebut. Data tersebut diteliti kemudian dilakukan perhitungan dan analisis berdasarkan urutan pengerjaannya seperti dapat terlihat pada bagan alir penelitian pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Bagan Alir Metodologi Penelitian

BAB V

PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 DATA HASIL PENELITIAN

5.1.1 Data Arus Lalu Lintas

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

Waktu pengambilan data dilakukan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu, Sedangkan untuk jam puncak arus lalu lintas diperkirakan dipengaruhi oleh aktivitas pengguna jalan seperti berangkat kerja, kuliah, jam makan dan lain-lain. Jam puncak sore diperkirakan pada jam 16.00 - 18.00. Adapun data selengkapnya terdapat pada Lampiran 1.

Pada saat pengolahan data arus lalu lintas di persimpangan Palbapang (Jalan Magelang-Yogyakarta), didapatkan jam puncak pada hari Sabtu Tanggal 27 Oktober 2012 Pukul 16.00 – 18.00 WIB. Data detail berapa jumlah kendaraan yang melintas di Simpang Palbapang tersebut bisa dilihat di Lampiran 1, sedangkan tabel rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 5.1 di halaman berikut ini:

Tabel 5.1 Hasil Survei Arus Lalu Lintas di Simpang Empat Bersinyal Palbapang

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan			
Dari	Ke	LV	HV	MC	UM
Barat	LTOR	16	25	397	14
	ST	0	0	0	0
	RT	278	63	397	4
Utara	LTOR	0	0	0	0
	ST	773	224	1375	4
	RT	224	24	35	1
Selatan	LTOR	193	36	367	10
	ST	700	242	1526	14
	RT	0	0	0	0

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2012)

5.1.2 Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang adalah data yang berisi kondisi geometrik dari jalan yang diamati dan diukur. Data ini diperoleh langsung dengan cara melakukan survei kondisi geometrik simpang secara langsung. Data geometrik yang diperoleh penulis dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan Simpang Palbapang

Pendekat	Utara	Selatan	Barat
Tipe lingkungan jalan	RES	COM	RES
Hambatan samping	Rendah	Sedang	Rendah
Median	Ada	Ada	Tidak ada
Belok kiri jalan terus	Ya	Ya	Ya
Lebar pendekat WA (m)	9	7	3,5
W masuk (m)	7	3	7
W LTOR (m)	0	3	3
W keluar (m)	9	7	6,33
Pulau lalu lintas	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2012)

Sedangkan untuk geometri eksisting Simpang Bersinyal Palbapang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dibawah ini. Adapun detail geometri terdapat pada Lampiran 17.



Gambar 5.1 Geometri Eksisting Simpang Palbapang
(Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2012)

5.2 ANALISIS KINERJA EKSISTING SIMPANG

5.2.1 Prosedur Perhitungan

Proses menganalisis kinerja eksisting simpang bersinyal (tidak ada bundaran) yang dilakukan oleh penulis adalah dengan cara mengisi 4 buah formulir yang berisi tabel-tabel berdasarkan format dari MKJI 1997, yaitu:

1. Formulir SIG-I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan,
2. Formulir SIG-II : arus lalu lintas,
3. Formulir SIG-IV : penentuan waktu signal dan kapasitas, dan
4. Formulir SIG-V : panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

Dalam hal ini, penulis hanya menggunakan 4 buah formulir dikarenakan hanya 4 buah formulir yang diperlukan untuk proses analisis dimana hasil analisis tersebut kemudian dibandingkan dengan analisis kinerja simpang dengan bundaran.

5.2.2 Analisis Simpang Palbapang

1. Penggunaan Formulir SIG - I

Kota : Magelang,

Ukuran kota : 1.193.569 jiwa,

Hari/tanggal : Sabtu / 27 Oktober 2012.

Data kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Bersinyal Palbapang Magelang bisa dilihat pada Tabel 5.3 di bawah ini. Adapun detail data terdapat di Lampiran 4.

Tabel 5.3 Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan

Kode Pendekat		Utara	Selatan	Barat
Tipe Lingkungan		RES	COM	RES
Hambatan Samping Tinggi / Sedang / Rendah		Rendah	Sedang	Rendah
Median Ya/ Tidak		Ya	Ya	Tidak
Kelandaian + / - (%)		0	0	0
Belok Kiri Langsung Ya / Tidak		Tidak	Ya	Ya
Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	9	6	3,5
	Masuk Wmasuk (m)	7	3	7
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	0	3	3
	WKeluar (m)	9	7	6,33

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2012)

2. Penggunaan Formulir SIG - II

Formulir SIG – II berisi mengenai data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belk kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal Palbapang. Data arus lalu lintas kemudian diolah sehingga mendapatkan rasio berbelok. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.4 di bawah ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 4.

Tabel 5.4 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbelok di Simpang Palbapang

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLTOR	PRT
Barat	LTOR	16	25	397	14		0,23	
	ST	0	0	0	0			
	RT	278	63	397	4			0,77
	Total	296	88	794	18	0.015		

Tabel 5.4 Lanjutan Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbelok di Simpang Palbapang

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLTOR	PRT
Utara	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	773	224	1375	4			
	RT	224	24	35	1			0,16
	Total	997	248	1410	5	0,002		
Selatan	LTOR	193	36	367	10		0,19	
	ST	700	242	1526	14			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	893	278	1893	24	0,008		

Sumber: Analisis Data Berdasarkan Hasil Survei di Lapangan (2012)

3. Penggunaan Formulir SIG - IV

Formulir SIG – IV berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekat Utara.

a. Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

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

1) Arus jenuh dasar (So), untuk:

a) Pendekat tipe = Terlindung (P)

b) Lebar efektif (We) = 7 meter

Diperoleh nilai So dengan menggunakan Persamaan 3.1,

$$S_o = 600 \times W_e = 600 \times 7 = 4200 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) diperoleh dari Tabel 3.2,

Jumlah penduduk = 1.193.569 jiwa, maka didapatkan nilai Fcs = 1,00

3) Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) diperoleh dari Tabel 3.3,

a) Lingkungan jalan = Residential (RES)

b) Kelas hambatan samping = Rendah

c) Tipe fase = Terlindung (P)

$$\begin{aligned} \text{d) Rasio kendaraan tidak bermotor} &= 0,002 \\ \text{Kemudian diperoleh nilai } F_{SF} &= 0,98 \end{aligned}$$

4) Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

5) Faktor penyesuaian parkir (F_P)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama. Tapi dikarenakan tidak ada parkir antara garis henti sampai kendaraan maka, diperoleh F_P sebesar 1

6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1,043$

7) Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LOR})

Dengan menggunakan rumus $F_{LOR} = 1,0 - P_{RT} \times 0,16$, maka diperoleh nilai $F_{LOR} = 1$

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

$$\begin{aligned} S &= S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \\ &= 4200 \times 1,00 \times 0,98 \times 1 \times 1,043 \times 1 = 4291 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 1601,4 smp/jam

c. Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$FR = Q/S = 1601,4/4291 = 0,373$$

d. Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

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

Dengan,

$$g = \text{waktu hijau} = 30 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus yang disesuaikan} = 129 \text{ detik}$$

$$\text{Jadi, } C = 4291 \times \frac{30}{129} = 998 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Rumus yang digunakan untuk menghitung DS adalah sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{1601,4}{998} = 1,605$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.5 halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 4.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Palbapang

Parameter	Pendekat		
	Utara	Selatan	Barat
Arus jenuh dasar (So), smp/jam	4200	1800	4200
Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)	1,00	1,00	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF)	0,98	0,94	0,98
Faktor penyesuaian kelandaian (FG)	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (FP)	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)	1,043	1,00	1,201
Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)	1	0,969	0,964
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), smp/jam	4291	1640	4766
Nilai arus lalu lintas (Q), smp/jam	1601,4	1319,8	439,3
Rasio arus (FR)	0,373	0,805	0,092
Rasio fase (IFR)	0,544	1,174	0,134
Kapasitas (C), smp/jam	998	890	554
Derajat kejenuhan (DS)	1,605	1,483	0,793

Sumber: Analisis Data Berdasarkan Hasil Suvei di Lapangan (2012)

4. Penggunaan Formulir SIG - V

Formulir SIG-V berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan – tundaan. Untuk memperoleh nilai dari perhitungan di dalam penggunaan formulir SIG – V, berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan – tundaan yang tinjauannya dilakukan terhadap pendekat utara.

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri

- 1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$$NQ_1 = 303,54 \text{ smp}$$

- 2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

$$NQ_2 = 76,8 \text{ smp}$$

- 3) Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 303,54 + 76,8$$

$$= 380,3 \text{ smp}$$

- 4) Jumlah maksimum kendaraan antri NQmax

Dari Lampiran 1-7 didapat

$$NQ_{\max} = 570,494 \text{ smp}$$

b. Perhitungan panjang antrian QL

$$QL = 1630 \text{ m}$$

c. Perhitungan rasio kendaraan stop NS

$$NS = 6,810 \text{ stop/smp}$$

d. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti Nsv

$$N_{sv} = 10905 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan tundaan

1) Tundaan lalu lintas rata-rata

$$DT = 1137,9 \text{ detik/smp}$$

2) Tundaan geometric rata-rata

$$DG = 14,7 \text{ detik/smp}$$

3) Tundaan rata-rata

$$\begin{aligned} D &= DT + DG = 1137,9 + 14,7 \\ &= 1152,6 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ Tundaan total} &= D \times Q = 1152,6 \text{ detik/smp} \times (1601,4/3600 \text{ smp/detik}) \\ &= 513 \text{ smp det} \end{aligned}$$

Keseluruhan hasil perhitungan operasi kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dapat dilihat pada Tabel 5.6 di halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 4.

Tabel 5.6 Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang

Parameter	Pendekat		
	Utara	Selatan	Barat
NQ1, smp	303,54	216,93	1,38
NQ2, smp	76,8	121,1	16,7
NQ, smp	380,3	338,0	18,1
NQ max, smp	570,5	507,0	27,2
Panjang Antrian (QL), meter	1630	3380	78
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	6,810	7,343	1,183
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{sv}), smp/jam	10905	9691	520
Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata (DT), detik/smp	1137,9	920,5	40,6
Tundaan Geometrik Rata – Rata (DG), detik/smp	14,7	15,7	4,3
Tundaan Rata – Rata (D), detik/smp	1152,6	936,1	44,9
Tundaan total, detik	513	343	5

Sumber: Analisis Data Berdasarkan Hasil Pengamatan di Lapangan (2012)

Dari perhitungan Tabel 5.6 di atas, tundaan rata-rata seluruh simpang

$$= \text{Jumlah tundaan total} / \text{ arus total}$$

$$= 861 / (3360,5 / 3600 \text{ smp/detik})$$

$$= 922,78 \text{ detik/smp}$$

5.3 PERENCANAAN PERBAIKAN SIMPANG

Guna meningkatkan tingkat pelayanan yang lebih baik, maka ada beberapa alternatif pemecahan masalah pada simpang bersinyal Palbapang yang bisa diterapkan. Adapun alternatif-alternatif perencanaan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Perubahan Fase

Perbaikan kinerja simpang dengan perubahan fase simpang pada pendekat Utara dan pendekat Selatan. Fase untuk pendekat Selatan menjadi sama dengan fase pendekat Utara untuk arah lurus. Penggabungan fase untuk pendekat Selatan dengan Fase pendekat Utara arah lurus diharapkan dapat menurunkan derajat kejenuhan untuk seluruh pendekat. Waktu siklus mengalami peningkatan 6 detik dari eksisting yaitu 137 detik menjadi 143 detik. Direncanakan waktu hijau untuk pendekat Utara Lurus 107 detik, pendekat Utara belok kanan 22 detik, pendekat Barat 17 detik, dan pendekat Selatan 85 detik.

2. Perbaikan Geometri

Perbaikan kinerja simpang dengan melakukan perubahan geometrik simpang yaitu dengan penambahan lebar pendekat Utara dari 7 meter menjadi 12 meter, pendekat Barat dari 7 meter menjadi 11 meter, dan pendekat Selatan dari 3 meter menjadi 9 meter. Penambahan lebar pada setiap pendekat akan mengakibatkan kapasitas dasar setiap pendekat meningkat dan diharapkan derajat kejenuhannya dapat ditekan kurang dari 0,75, Sedangkan untuk waktu

siklus menjadi 89 detik yang digunakan pada persimpangan ini sesuai dengan metode yang terdapat pada MKJI 1997.

3. Perbaikan Geometri dan Perubahan Fase

Perbaikan kinerja simpang dengan penggantian fase seperti penyelesaian sebelumnya yaitu fase untuk pendekat Selatan menjadi sama dengan fase pendekat Utara untuk arah lurus. Penggabungan fase untuk pendekat Selatan dengan Fase pendekat Utara arah lurus dikombinasikan dengan melakukan penambahan lebar pada setiap pendekat. Perubahan pada pendekat Utara dari 7 meter menjadi 12 meter, pendekat Selatan dari 3 meter menjadi 9 meter dan pendekat Barat dari 7 meter menjadi 11 meter. Direncanakan waktu hijau untuk pendekat Utara arah lurus 43 detik, pendekat Utara arah belok kanan 12 detik, pendekat Barat 10 detik, dan pendekat Selatan 31 detik. Waktu siklus untuk perbaikan ini sebesar 93 detik.

4. Perbaikan dengan Bundaran

Perbaikan kinerja simpang dengan menggunakan bundaran untuk mengatasi masalah arus lalu lintas yang terjadi di simpang Palbapang. Berdasarkan besarnya arus lalu lintas pada simpang Palbapang yang mencapai 3064 kend/jam dan ukuran kota 1.193.569 jiwa, ukuran bundaran minimal dengan menggunakan diameter 40 meter. Pemilihan ukuran diameter bundaran juga mempertimbangkan ketersediaan lahan pada simpang Palbapang. Diameter bundaran direncanakan 40 meter dengan lebar jalanan 41,9 meter untuk jalanan Selatan-Barat dan 58,72 untuk Barat-Utara, sedangkan untuk jalanan Utara-Selatan dengan lebar jalanan 74,28 meter. Perbaikan dengan bundaran ini diharapkan dapat menurunkan derajat kejenuhan yang terjadi pada persimpangan Palbapang ini.

5.3.1 Perbaikan Simpang Palbapang dengan Penggantian Fase

1. Penggunaan Formulir SIG - I

Kota : Magelang,

Ukuran kota : 1.193.569 jiwa,

Hari/tanggal : Sabtu / 27 Oktober 2012.

Data kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Bersinyal Palbapang Magelang bisa dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini. Adapun detail data terdapat di Lampiran 5.

Tabel 5.7 Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan dengan Perubahan Fase

Kode Pendekat		Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
Tipe Lingkungan		RES	RES	RES	COM	RES
Hambatan Samping Tinggi / Sedang / Rendah		Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
Median Ya/ Tidak		Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
Kelandaian + / - (%)		0	0	0	0	0
Belok Kiri Langsung Ya / Tidak		Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya
Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	6	6	3	7	10
	Masuk Wmasuk (m)	4	4	3	4	7
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	0	0	0	2	3
	WKeluar (m)	9	9	9	7	6.33

Sumber: Analisis Data Berdasarkan Perbaikan simpang dengan Perubahan Fase (2012)

2. Penggunaan Formulir SIG - II

Formulir SIG – II berisi mengenai data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal

Palbapang. Data arus lalu lintas kemudian diolah sehingga mendapatkan rasio berbelok. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 5.

Tabel 5.8 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan perubahan Fase

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLTOR	PRT
Barat	LTOR	16	25	397	14		0,23	
	ST	0	0	0	0			
	RT	278	63	397	4			0,77
	Total	296	88	794	18	0,015		
Utara Lurus 1	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	613	178	1097	4			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	613	178	1097	4	0,002		
Utara Lurus 2	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	160	46	278	0			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	160	46	278	0	0		
Utara Belok Kanan	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	0	0	0	0			
	RT	224	24	35	1			1,00
	Total	224	24	35	1	0,004		
Selatan	LTOR	193	36	367	10		0,19	
	ST	700	242	1526	14			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	893	278	1893	24	0,008		

Sumber: Analisis Data Berdasarkan Perbaikan simpang dengan Perubahan Fase (2012)

3. Penggunaan Formulir SIG - IV

Formulir SIG – IV berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekat Selatan.

- a. Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

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

- 1) Arus jenuh dasar (S_o), untuk:

a) Pendekat tipe = Terlindung (P)

b) Lebar efektif (W_e) = 4 meter

Diperoleh nilai S_o dengan menggunakan Persamaan 3.1,

$$S_o = 600 \times W_e = 600 \times 4 = 2400 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs}) diperoleh dari Tabel 3.2,

Jumlah penduduk = 1.193.569 jiwa, maka didapatkan nilai $F_{cs} = 1,00$

3) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{sf}) diperoleh dari Tabel 3.3,

a) Lingkungan jalan = *Commercial* (COM)

b) Kelas hambatan samping = Sedang

c) Tipe fase = Terlindung (P)

d) Rasio kendaraan tidak bermotor = 0,008

Kemudian diperoleh nilai $F_{sf} = 0,94$

4) Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

5) Faktor penyesuaian parkir (F_P)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama. Tapi dikarenakan tidak ada parkir antara garis henti sampai kendaraan maka, diperoleh F_P sebesar 1

6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1,000$

7) Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LTOR})

Dengan menggunakan rumus $F_{LTOR} = 1,0 - P_{RT} \times 0,16$, maka diperoleh nilai $F_{LTOR} = 0,969$

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \\ &= 2400 \times 1,00 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,969 \\ &= 2187 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 1319,8 smp/jam

c. Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$FR = Q/S = 1319,8/2187 = 0,604$$

d. Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

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

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 86 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 144 \text{ detik}$$

Jadi,

$$C = 2187 \times \frac{86}{144} = 1309 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Rumus yang digunakan untuk menghitung DS adalah sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{1319,8}{1309} = 1,008$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat Selatan. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dll dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.9 halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 5.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Fase

Parameter	Pendekat				
	Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
Arus jenuh dasar (So) , smp/jam	2400	2400	1800	2400	4200
Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF)	0,98	0,98	0,98	0,94	0,98
Faktor penyesuaian kelandaian (FG)	1	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (FP)	1	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)	1	1	1,260	1,00	1,201
Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)	1	1	1	0,969	0,964
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) , smp/jam	2352	2256	2223	2187	4766
Nilai arus lalu lintas (Q) , smp/jam	1063,8	275,4	262,2	1319,8	439,3
Rasio arus (FR)	0,452	0,117	0,118	0,604	0,092
Rasio fase (IFR)	0,556	0,144	0,145	0,742	0,113
Kapasitas (C), smp/jam	1404	363	346	1305	580
Derajat kejenuhan (DS)	0,758	0,758	0,758	1,011	0,758

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Fase (2012)

4. Penggunaan Formulir SIG - V

Formulir SIG-V berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan – tundaan. Untuk memperoleh nilai dari perhitungan di dalam penggunaan formulir SIG – V, berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan – tundaan yang tinjauannya dilakukan terhadap pendekat Selatan.

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri

1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$$NQ_1 = 22,23 \text{ smp}$$

2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2

$$NQ_2 = 53,4 \text{ smp}$$

3) Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 22,23 + 53,4 = 75,6 \text{ smp}$$

4) Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max}$

Dari Lampiran 1-7 didapat

$$NQ_{\max} = 113,377 \text{ smp}$$

b. Perhitungan panjang antrian QL

$$QL = 567 \text{ m}$$

c. Perhitungan rasio kendaraan stop NS

$$NS = 1,642 \text{ stop/smp}$$

d. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}

$$N_{SV} = 2167 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan tundaan

1) Tundaan lalu lintas rata-rata

$$DT = 61,3 \text{ detik/smp}$$

2) Tundaan geometric rata-rata

$$DG = 5,8 \text{ detik/smp}$$

3) Tundaan rata-rata

$$D = DT + DG$$

$$= 61,3 + 5,8 = 67,1 \text{ detik/smp}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Tundaan total} &= D \times Q \\
 &= 67,1 \text{ detik/smp} \times (1319,8/3600 \text{ smp/detik}) \\
 &= 25 \text{ smp det}
 \end{aligned}$$

Untuk keseluruhan hasil perhitungan operasi kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dapat dilihat pada Tabel 5.10 di halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 5.

Tabel 5.10 Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Fase

Parameter	Pendekat				
	Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
NQ1, smp	1,06	1,04	1,04	22,23	1,05
NQ2, smp	31,1	10,5	10,0	53,4	16,9
NQ, smp	32,2	11,5	11,0	75,6	18,0
NQ max, smp	48,28	17,29	16,53	113,40	27,2
Panjang Antrian (QL), meter	241	86	110	567	78
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,868	1,2	1,205	1,642	1,183
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{SV}), smp/jam	90.	330	316	2167	520
Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata (DT), detik/smp	23,9	68,2	68,6	61,3	6,7
Tundaan Geometrik Rata – Rata (DG), detik/smp	3,5	4,8	3,6	5,8	3,6
Tundaan Rata – Rata (D), detik/smp	27,4	73,0	72,2	67,1	10,4
Tundaan total, detik	8	6	5	25	1

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Fase (2012)

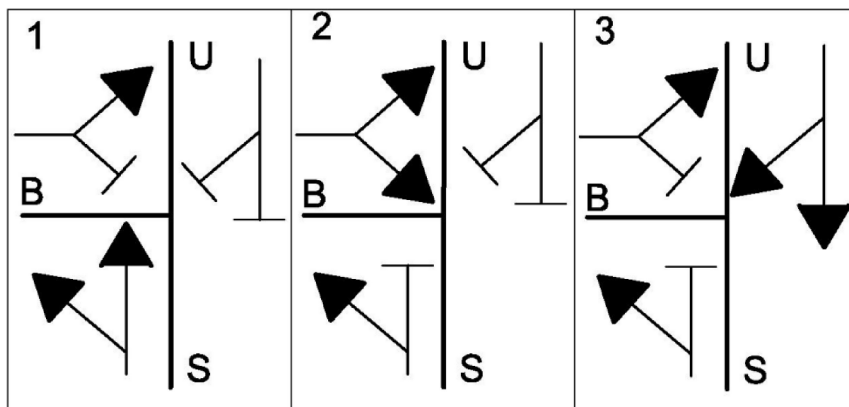
Dari perhitungan tabel di atas, tundaan rata-rata seluruh simpang

$$= \text{Jumlah tundaan total} / \text{ arus total}$$

$$= 45 / (3361 / 3600 \text{ smp/detik})$$

$$= 47,99 \text{ detik/smp}$$

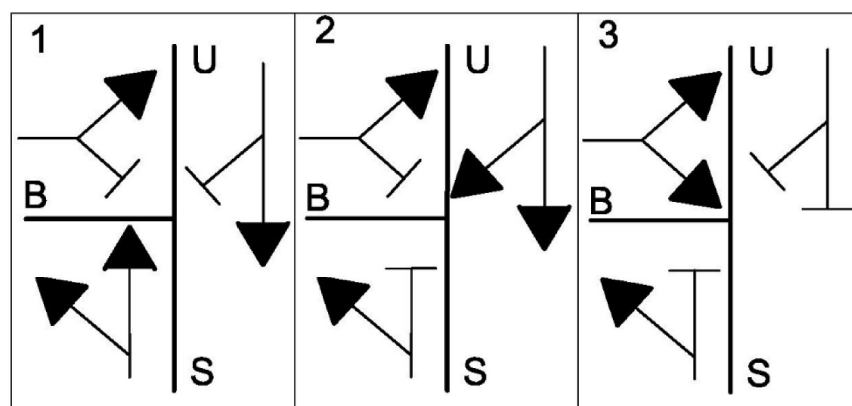
Berikut ini adalah gambar fase eksisting (Gambar 5.2) dan gambar fase yang sudah mengalami perubahan (Gambar 5.3). Untuk diagram fase eksisting ditampilkan pada Gambar 5.4, kemudian diagram fase yang sudah mengalami



perubahan ditampilkan pada Gambar 5.5.

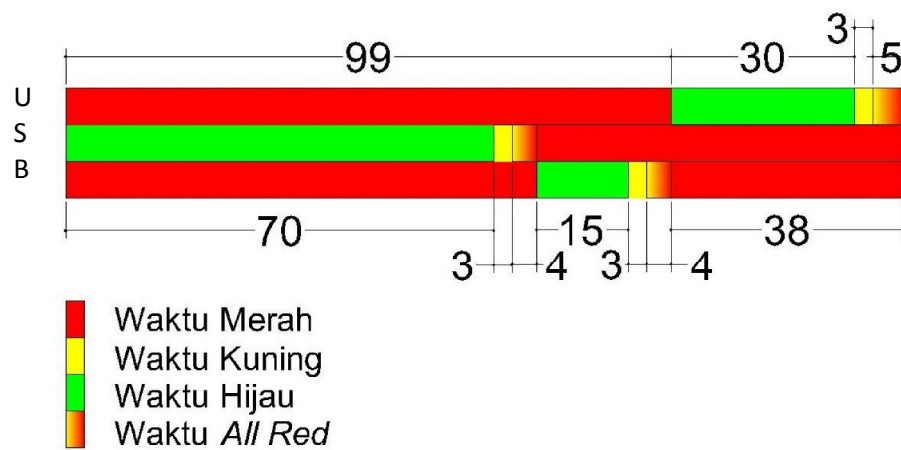
Gambar 5.2 Fase Eksisting Simpang Palbapang

(Sumber: Analisis Data Berdasarkan Hasil Survei di Lapangan, 2012)

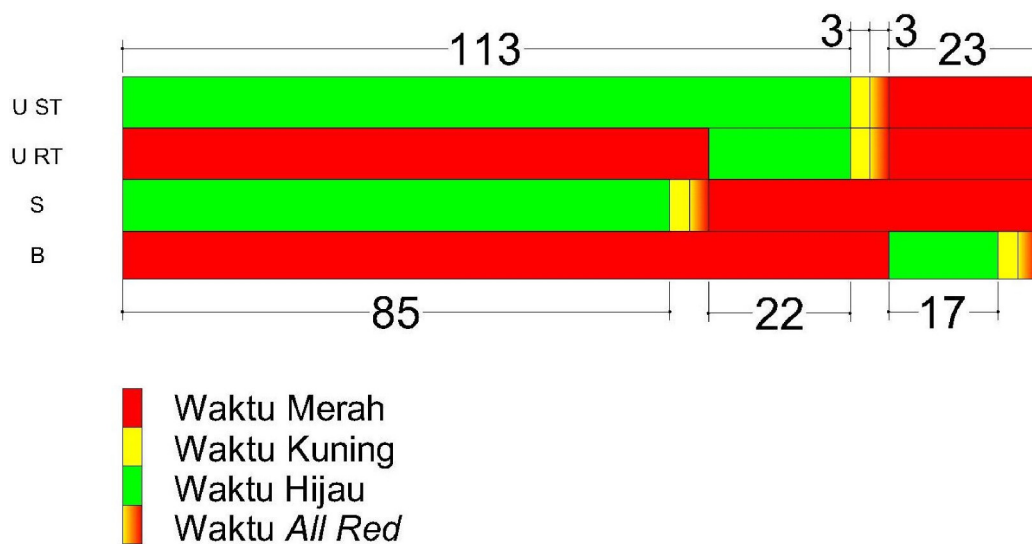


Gambar 5.3 Fase Perubahan Simpang Palbapang

(Sumber: Hasil Analisis Perbaikan dengan Perubahan Fase, 2012)



Gambar 5.4 Diagram Fase Eksisting Simpang Palbapang
(Sumber: Analisis Data Berdasarkan Hasil Survei di Lapangan, 2012)



Gambar 5.5 Diagram Fase setelah perubahan Fase Simpang Palbapang
(Sumber: Hasil Analisis Perbaikan dengan Perubahan Fase, 2012)

5.3.2 Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik

1. Penggunaan Formulir SIG - I

Kota : Magelang,

Ukuran kota : 1.193.569 jiwa,

Hari/tanggal : Sabtu / 27 Oktober 2012.

Data kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Bersinyal Palbapang Magelang bisa dilihat pada Tabel 5.11 di bawah ini. Adapun detail data terdapat di Lampiran 8.

Tabel 5.11 Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan dengan Perbaikan Geometrik

Kode Pendekat		Utara	Selatan	Barat
Tipe Lingkungan		RES	COM	RES
Hambatan Samping Tinggi / Sedang / Rendah		Rendah	Sedang	Rendah
Median, Ya/ Tidak		Ya	Ya	Tidak
Kelandaian + / - (%)		0	0	0
Belok Kiri Langsung, Ya / Tidak		Tidak	Ya	Ya
Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	9	12	11
	Masuk Wmasuk (m)	9	9	9
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	0	3	3
	WKeluar (m)	9	9	7

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perbaikan Geometrik (2012)

2. Penggunaan Formulir SIG - II

Formulir SIG – II berisi mengenai data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal Palbapang. Data arus lalu lintas kemudian diolah sehingga mendapatkan rasio

berbelok. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 8.

Tabel 5.12 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLTOR	PRT
Barat	LTOR	16	25	397	14		0,23	
	ST	0	0	0	0			
	RT	278	63	397	4			0,77
	Total	296	88	794	18	0,015		
Utara	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	773	193	1375	4			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	773	193	1375	4	0,002		
Selatan	LTOR	193	36	367	10		0,19	
	ST	700	242	1526	14			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	893	278	1893	24	0,008		

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perbaikan Geometrik (2012)

3. Penggunaan Formulir SIG - IV

Formulir SIG – IV berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekat Selatan.

a. Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

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

1) Arus jenuh dasar (So), untuk:

a) Pendekat tipe = Terlindung (P)

b) Lebar efektif (We) = 9 meter

Diperoleh nilai So dengan menggunakan persamaan 3.1,

$$S_o = 600 \times W_e = 600 \times 9 = 5400 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) diperoleh dari Tabel 3.2,

Jumlah penduduk = 1.193.569 jiwa, maka didapatkan nilai Fcs = 1,00

3) Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) diperoleh dari Tabel 3.3,

- a) Lingkungan jalan = Commercial (COM)
- b) Kelas hambatan samping = Sedang
- c) Tipe fase = Terlindung (P)
- d) Rasio kendaraan tidak bermotor = 0,008
- Kemudian diperoleh nilai F_{SF} = 0,94

4) Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) diperoleh dari grafik sehingga didapatkan nilai F_G dari grafik sebesar 1

5) Faktor penyesuaian parkir (F_P)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama. Tapi dikarenakan tidak ada parkir antara garis henti sampai kendaraan maka, diperoleh F_P sebesar 1

6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Dengan menggunakan rumus $F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$, maka diperoleh nilai $F_{RT} = 1,000$

7) Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LOR})

Dengan menggunakan rumus $F_{LOR} = 1,0 - P_{RT} \times 0,16$, maka diperoleh nilai $F_{LOR} = 0,969$

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

$$\begin{aligned} S &= S_O \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \\ &= 5400 \times 1,00 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,969 \\ &= 4920 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 1319,8 smp/jam

c. Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$FR = Q/S$$

$$= 1319,8/4920$$

$$= 0,268$$

d. Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

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

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 29 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 89 \text{ detik}$$

Jadi,

$$C = 4920 \times \frac{29}{89}$$

$$= 1617 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Rumus yang digunakan untuk menghitung DS adalah sebagai berikut.

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

$$= \frac{1319,8}{1617}$$

$$= 0,816$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat Selatan. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dll dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.13 halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 8.

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal Palbapang

Parameter	Pendekat		
	Utara	Selatan	Barat
Arus jenuh dasar (S_o) , smp/jam	5400	5400	5400
Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})	1,00	1,00	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})	0,98	0,94	0,98
Faktor penyesuaian kelandaian (F_G)	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (F_P)	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})	1	1,00	1,201
Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})	1	0,969	0,964
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S) , smp/jam	5517	4920	6128
Nilai arus lalu lintas (Q) , smp/jam	1061,4	1319,8	439,3
Rasio arus (FR)	0,29	0,268	0,072
Rasio fase (IFR)	0,46	0,426	0,114
Kapasitas (C) , smp/jam	1963	1617	691
Derajat kejenuhan (DS)	0,816	0,816	0,636

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Geometrik (2012)

4. Penggunaan Formulir SIG - V

Formulir SIG-V berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan – tundaan. Untuk memperoleh nilai dari perhitungan di dalam penggunaan formulir SIG – V, berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan – tundaan yang tinjauannya dilakukan terhadap pendekat Selatan.

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri

1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$$NQ_1 = 1,7 \text{ smp}$$

2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ_2

$$NQ_2 = 35,8 \text{ smp}$$

3) Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 1,7 + 35,8$$

$$= 37,5 \text{ smp}$$

4) Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max}$

Dari Lampiran 1-7 didapat

$$NQ_{\max} = 56,298 \text{ smp}$$

b. Perhitungan panjang antrian QL

$$QL = 105 \text{ m}$$

c. Perhitungan rasio kendaraan stop NS

$$NS = 0,685 \text{ stop/smp}$$

d. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}

$$N_{SV} = 904 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan tundaan

1) Tundaan lalu lintas rata-rata

$$DT = 38,6 \text{ detik/smp}$$

2) Tundaan geometric rata-rata

$$DG = 3,4 \text{ detik/smp}$$

3) Tundaan rata-rata

$$D = DT + DG$$

$$= 38,6 + 3,4$$

$$= 42,0 \text{ detik/smp}$$

4) Tundaan total $= D \times Q$

$$= 42,0 \text{ detik/smp} \times (1319,8/3600 \text{ smp/detik})$$

$$= 15 \text{ smp detik}$$

Untuk keseluruhan hasil perhitungan operasi kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dapat dilihat pada Tabel 5.14 di halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 8.

Tabel 5.14 Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dengan Perubahan Geometrik

Parameter	Pendekat		
	Utara	Selatan	Barat
NQ1, smp	1,7	1,7	0,37
NQ2, smp	35,8	29,8	10,7
NQ, smp	37,5	31,5	10,7
NQ max, smp	56,3	47,31	16,1
Panjang Antrian (QL), meter	125	105	36
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,672	0,685	0,700
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{sv}), smp/jam	1076	904	307
Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata (DT), detik/smp	36,2	38,6	49,9
Tundaan Geometrik Rata – Rata (DG), detik/smp	3,4	3,4	3,4
Tundaan Rata – Rata (D), detik/smp	39,6	42,0	15
Tundaan total, detik	8	15	7

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Geometrik (2012)

Dari perhitungan tabel di atas, tundaan rata-rata seluruh simpang

$$= \text{Jumlah tundaan total} / \text{arus total}$$

$$= 45 / (3361 / 3600 \text{ smp/detik})$$

$$= 47,99 \text{ detik/smp}$$

Pada perbaikan ini dilengkapi dengan jalur belok kanan pada pendekat utara dengan perhitungan berikut ini.

- a) Panjang jalur antrian dihitung menggunakan Persamaan 3.44

$$\begin{aligned} l_s &= 1,5 \times 4,85 \times 6 \\ &= 43,65 \text{ m} \end{aligned}$$

- b) Panjang yang diperlukan untuk perlambatan diperoleh dari Tabel 3.41

$$l_d = 45 \text{ m}$$

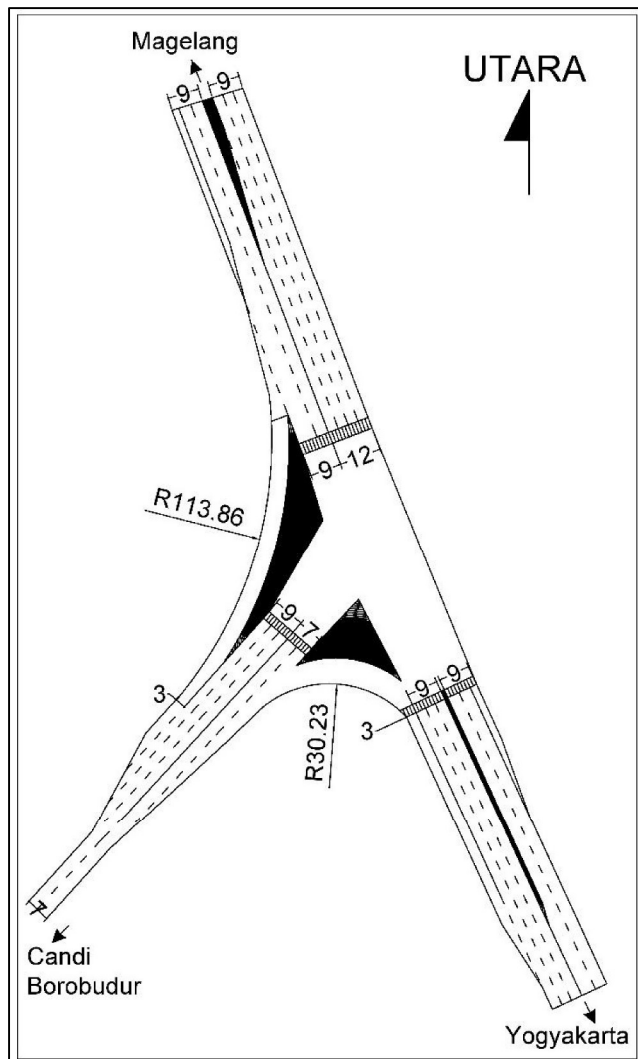
- c) Panjang taper diperoleh menggunakan Persamaan 3.10

$$l_t = 45 \text{ m}$$

- d) Panjang jalur belok kanan dihitung menggunakan Persamaan 3.40

$$\begin{aligned} L &= 45 + 43,65 \\ &= 88,65 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk geometri Simpang Bersinyal Palbapang setelah mengalami perbaikan disertai lajur khusus belok kanan dari pendekat utara dapat dilihat pada Gambar 5.6. Adapun gambar detail geometri terdapat pada Lampiran 18. Pendekat barat dan selatan terdapat kanalisasi untuk belok kiri jalan terus. Adapun tabel untuk menentukan lebar kanal belok kiri jalan terus dapat dilihat pada Lampiran 23.



Gambar 5.6 Geometri Simpang Palbapang dengan Analisis Perubahan Geometrik (Sumber: Hasil Analisis Perbaikan dengan Perubahan Geometrik, 2012)

5.3.3 Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

1. Penggunaan Formulir SIG - I

Kota : Magelang,

Ukuran kota : 1.193.569 jiwa,

Hari/tanggal : Sabtu / 27 Oktober 2012.

Data kondisi lingkungan di kawasan Simpang Tiga Bersinyal Palbapang Magelang bisa dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini. Adapun detail data terdapat di Lampiran 11.

Tabel 5.15 Kondisi Pengaturan Lalu lintas dan Lingkungan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

Kode Pendekat		Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
Tipe Lingkungan		RES	RES	RES	COM	RES
Hambatan Samping Tinggi / Sedang / Rendah		Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
Median Ya/ Tidak		Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
Kelandaian + / - (%)		0	0	0	0	0
Belok Kiri Langsung Ya / Tidak		Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya
Jarak Kendaraan Parkir (m)		0	0	0	0	0
Lebar pendekat	Pendekat WA (m)	6	6	3	12	11
	Masuk Wmasuk (m)	6	6	3	9	9
	Belok Kiri Langsung WLOTR (m)	0	0	0	3	3
	WKeluar (m)	9	9	9	7	7

Sumber: Hasil Analisis Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase (2012)

2. Penggunaan Formulir SIG - II

Formulir SIG – II berisi mengenai data-data arus lalu lintas dan rasio berbelok (baik belok kiri maupun belok kanan) pada Simpang Bersinyal Palbapang. Data arus lalu lintas kemudian diolah sehingga mendapatkan rasio berbelok. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.16 di bawah ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 11.

Tabel 5.16 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Berbalik di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan					Rasio Berbelok	
		Kendaraan Bermotor (MV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)			
Pendekat	Ke	LV	HV	MC	UM	UM/MV	PLTOR	PRT
Barat	LTOR	16	25	397	14		0,23	
	ST	0	0	0	0			
	RT	278	63	397	4			0,77
	Total	296	88	794	18	0,015		
Utara Lurus 1	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	613	178	1097	4			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	613	178	1097	4	0,002		
Utara Lurus 2	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	160	46	278	0			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	160	46	278	0	0		
Utara Belok Kanan	LTOR	0	0	0	0		0	
	ST	0	0	0	0			
	RT	224	24	35	1			1,00
	Total	224	24	35	1	0,004		
Selatan	LTOR	193	36	367	10		0,19	
	ST	700	242	1526	14			
	RT	0	0	0	0			0
	Total	893	278	1893	24	0,008		

Sumber: Hasil Analisis Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase (2012)

3. Penggunaan Formulir SIG - IV

Formulir SIG – IV berisi tentang penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Salah satu contoh perhitungan penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Tinjauan dilakukan pada pendekat Selatan.

a. Perhitungan untuk menentukan nilai arus jenuh (S)

$$S = SO \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT$$

1) Arus jenuh dasar (So), untuk:

a) Pendekat tipe = Terlindung (P)

b) Lebar efektif (We) = 9 meter

Diperoleh nilai So dengan menggunakan persamaan 3.1,

$$So = 600 \times We = 600 \times 9 = 5400 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) diperoleh dari Tabel 3.2,

Jumlah penduduk = 1.193.569 jiwa, maka didapatkan nilai Fcs = 1,00

3) Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF) diperoleh dari Tabel 3.3,

a) Lingkungan jalan = *Commercial* (COM)

b) Kelas hambatan samping = Sedang

c) Tipe fase = Terlindung (P)

d) Rasio kendaraan tidak bermotor = 0,008

Kemudian diperoleh nilai FSF = 0,94

4) Faktor penyesuaian kelandaian (FG) diperoleh dari grafik sehingga didapatkan nilai FG dari grafik sebesar 1

5) Faktor penyesuaian parkir (FP)

Jarak garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama. Tapi dikarenakan tidak ada parkir antara garis henti sampai kendaraan maka, diperoleh FP sebesar 1

6) Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Dengan menggunakan rumus $FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$, maka diperoleh nilai $FRT = 1,000$

7) Faktor penyesuaian belok kiri (FLTOR)

Dengan menggunakan rumus $FLTOR = 1,0 - PRT \times 0,16$, maka diperoleh nilai $FLTOR = 0,969$

8) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

$$\begin{aligned} S &= SO \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \\ &= 5400 \times 1,00 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,969 \\ &= 5076 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan perhitungan pada lembar MKJI SIG – II, diperoleh arus lalu lintas sebesar 1319,8 smp/jam

c. Perhitungan rasio arus (FR)

Nilai FR diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$FR = Q/S = 1319,8/5076 = 0,260$$

d. Perhitungan kapasitas (C)

Nilai C diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

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

Dengan,

g = waktu hijau

$$= 28 \text{ detik}$$

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$= 67 \text{ detik}$$

Jadi,

$$C = 5076 \times \frac{28}{67}$$

$$= 2116 \text{ smp/jam}$$

e. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

Rumus yang digunakan untuk menghitung DS adalah sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{1319,8}{2116} = 0,62$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh nilai arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan untuk pendekat utara. Seluruh nilai untuk arus lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan dll dari masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 5.17 halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 11.

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Palbapang Dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

Parameter	Pendekat				
	Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
Arus jenuh dasar (So)	3600	3600	1800	5400	5400
Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF)	0,98	0,98	0,98	0,94	0,98
Faktor penyesuaian kelandaian (FG)	1	1	1	1	1
Faktor penyesuaian parkir (FP)	1	1	1	1	1
Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)	1	1	1,260	1,00	1,201

Lanjutan Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Arus Lalu Lintas pada Simpang Palbapang Dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

Parameter	Pendekat				
	Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)	1	1	1	0,969	0,964
Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)	3528	3528	2223	5076	5292
Nilai arus lalu lintas (Q)	1063,8	275,4	262,2	1319,8	439,3
Rasio arus (FR)	0,302	0,078	0,118	0,260	0,083
Rasio fase (IFR)	0,600	0,155	0,235	0,517	0,165
Kapasitas (C)	1471	575	363	2116	794
Derajat kejenuhan (DS)	0,723	0,479	0,723	0,624	0,553

Sumber: Hasil Analisis Simpang Palbapang Dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase (2012)

4. Penggunaan Formulir SIG - V

Formulir SIG-V berisi tentang data panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan – tundaan. Untuk memperoleh nilai dari perhitungan di dalam penggunaan formulir SIG – V, berikut adalah salah satu contoh perhitungan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan – tundaan yang tinjauannya dilakukan terhadap pendekat Selatan.

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri

- 1) Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$$NQ_1 = 0,33 \text{ smp}$$

- 2) Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

$$NQ_2 = 19,3 \text{ smp}$$

- 3) Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0,33 + 19,3$$

$$= 19,6 \text{ smp}$$

4) Jumlah maksimum kendaraan antri $NQ_{\max}$

Dari Lampiran 1-7 didapat

$$NQ_{\max} = 29,381 \text{ smp}$$

a. Perhitungan panjang antrian QL

$$QL = 65 \text{ m}$$

b. Perhitungan rasio kendaraan stop NS

$$NS = 0,721 \text{ stop/smp}$$

c. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti N_{SV}

$$N_{SV} = 952 \text{ smp/jam}$$

d. Perhitungan tundaan

1) Tundaan lalu lintas rata-rata

$$DT = 15,9 \text{ detik/smp}$$

2) Tundaan geometric rata-rata

$$DG = 3,2 \text{ detik/smp}$$

3) Tundaan rata-rata

$$D = DT + DG$$

$$= 15,9 + 3,2$$

$$= 19,1 \text{ detik/smp}$$

4) Tundaan total

$$\text{Dengan, } Q = 1319,8 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Tundaan total} = D \times Q$$

$$= 19,1 \text{ detik/smp} \times (1319,8/3600 \text{ smp/detik})$$

$$= 7 \text{ smp det}$$

Keseluruhan Hasil perhitungan operasi kinerja lalu lintas di Simpang Bersinyal Palbapang dapat dilihat pada Tabel 5.18 di halaman berikut ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 11.

Tabel 5.18 Hasil Analisis Operasi Kinerja Lalu Lintas di Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase

Parameter	Pendekat				
	Utara Lurus 1	Utara Lurus 2	Utara Belok Kanan	Selatan	Barat
NQ1, smp	0,80	0,00	0,79	0,33	0,12
NQ2, smp	16,4	4,6	4,6	19,3	7,5
NQ, smp	17,3	4,6	5,4	19,6	7,7
NQ max, smp	25,88	6,95	8,1	29,38	11,5
Panjang Antrian (QL), meter	86	23	54	65	26
Rasio Kendaraan (NS), stop/smp	0,788	0,817	1,001	0,721	0,847
Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{sv}), smp/jam	838	225	262	952	372
Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata (DT), detik/smp	18,2	25,3	34,4	15,9	26,8
Tundaan Geometrik Rata – Rata (DG), detik/smp	3,2	3,3	4,0	3,2	4,3
Tundaan Rata – Rata (D), detik/smp	21,3	28,6	38,4	19,1	31,1
Tundaan total, detik	6	2	3	7	4

Sumber: Hasil Analisis Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase (2012)

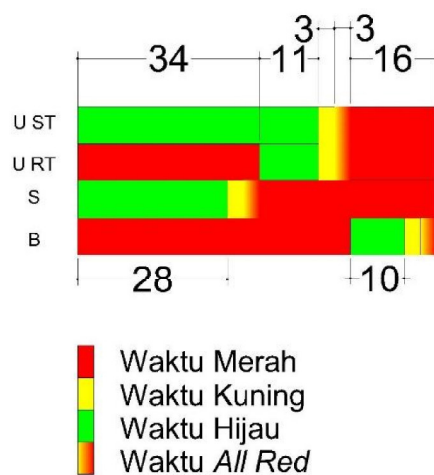
Dari perhitungan tabel di atas, tundaan rata-rata seluruh simpang

= Jumlah tundaan total / arus total

= $22 / (3361 / 3600 \text{ smp/detik})$

= 23,65 detik/smp

Geometri Simpang Bersinyal Palbapang dengan perbaikan geometrik dan perubahan fase dapat dilihat pada Gambar 5.4. Gambar fase dapat dilihat pada Gambar 5.3, gambar diagram fase dapat dilihat pada Gambar 5.7 sedangkan detail geometri terdapat pada Lampiran 11.



Gambar 5.7 Diagram Fase setelah perubahan Fase dan Geometri Simpang Palbapang

(Sumber: Hasil Analisis Perbaikan dengan Perubahan Fase dan Geometri, 2012)

5.3.4 Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran

5.3.4.1 Prosedur Perhitungan

Proses perencanaan bundaran yang kemudian dianalisis adalah dengan cara mengisi 2 buah formulir yang berisi tabel-tabel berdasarkan format dari MKJI 1997, yaitu:

1. Formulir RWEAV – I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan (lampiran 20), dan
2. Formulir RWEAV – II : arus lalu lintas (lampiran 20).

Perencanaan bundaran eksisting di Simpang Bersinyal Palbapang ada beberapa langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu, yaitu:

1. Analisis arus lalu lintas menggunakan Formulir RWEAV – I,
2. Merencanakan geometri bundaran, dan

3. Hasil dari perencanaan geometri tersebut dimasukkan ke dalam Formulir RWEAV– II yang kemudian dianalisis.

Ketiga tahap tersebut harus berintegrasi dalam pelaksanaannya (formulir RWEAV – I dan RWEAV – II menggunakan program *Microsoft Excel* 2013) sehingga hasil yang diperoleh dari ketiga tahap tersebut adalah nilai derajat kejenuhan yang tidak boleh lebih dari 0,75 (standar dari MKJI 1997).

5.3.4.2 Analisis Arus Lalu Lintas Tahun 2012

Arus Lalu Lintas di Simpang Bersinyal Palbapang terlebih dahulu dianalisis untuk didapatkan hasil berupa nilai rasio menjalin. Dalam hal ini, proses analisis menggunakan formulir RWEAV – I.

1. Rasio Jalinan

Nilai rasio jalinan diperoleh dari pembagian arus jalinan total dan arus total seperti yang dapat dilihat pada rumus di bawah ini.

$$P = \frac{Q_W}{Q_{TOT}}$$

Keterangan :

Q_W = jumlah arus jalinan

Q_{TOT} = jumlah arus total

Untuk mendapatkan rasio jalinan (P_W), maka terlebih dahulu dicari nilai Q_W yang menjalin dan Q_{TOT} yang menjalin. Salah satu contoh perhitungan dimisalkan Q_{WAB} dan $Q_{TOT AB}$ dengan rumus dan perhitungan seperti dibawah ini.

$$\begin{aligned} Q_{W AB} &= A_{RT} + C_{RT} \\ &= 273,70 + 558,40 \\ &= 831,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{TOT AB} &= \text{Arus Tot}_{AB} + C_{RT} \\ &= 2024,40 + 558,40 \\ &= 2582,80 \end{aligned}$$

Pada bagian jalan A-B diperoleh nilai arus menjalin (Q_W) = 831,10 smp/jam dan arus total (Q_{TOT}) = 2582,80 smp /jam sehingga diperoleh nilai rasio jalinan (ρ_W) sebesar:

$$\begin{aligned}\rho_w &= 831,10/2582,80 \\ &= 0,32\end{aligned}$$

2. Rasio Kendaraan Tak Bermotor

Rasio kendaraan tidak bermotor dapat diperoleh dengan cara membagi jumlah arus kendaraan bermotor = 6895 kend/jam dengan jumlah arus kendaraan tidak bermotor (Q_{UM}) = 47 kend/jam sehingga diperoleh nilai ρ_{UM} sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\rho_{UM} &= Q_{UM}/Q_{\text{kendaraan bermotor}} \\ &= 47/6895 \\ &= 0,007\end{aligned}$$

Setiap pendekat diperoleh dengan cara yang sama. Nilai rasio jalinan (ρ_w) ditampilkan dalam Tabel di halaman berikut ini. Bagian jalinan AB, BC dan CA dapat dilihat pada Tabel 5.18 di bawah ini. Detail data dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 5.19 Hasil Rasio Jalinan Bundaran Palbapang

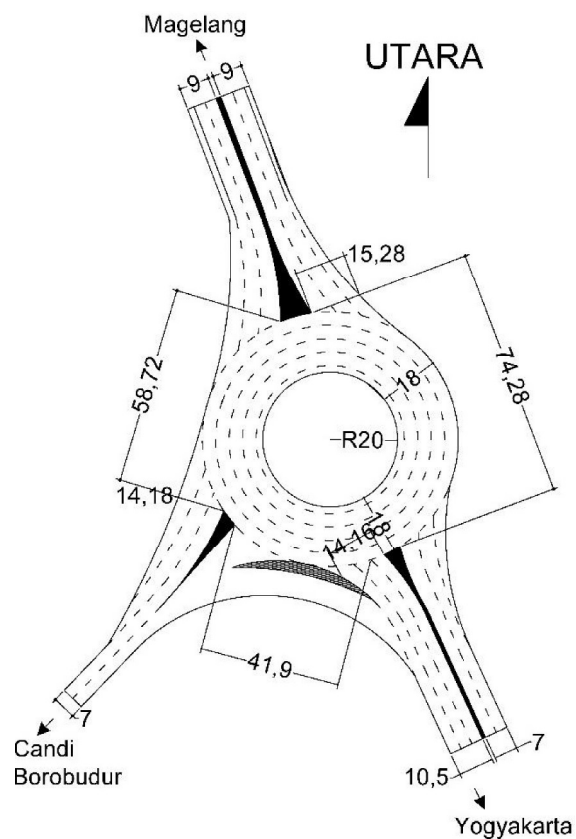
Pendekat		Bagian jalinan					
		AB		BC		CA	
		Arus Menjalin	Arus Total	Arus Menjalin	Arus Total	Arus Menjalin	Arus Total
Utara (A)	LTOR						
	ST						
	RT	272,70		272,70	272,70		
	Total		2024,40				
Selatan (B)	LTOR						
	ST			1777,60		1777,60	1777,60
	RT						
	Total					1777,60	
Barat (C)	LTOR						
	ST						
	RT	558,40	558,40			558,40	
	Total						805,40
	Total	831,10	2582,80	2050,30	2050,30	2336,00	2583,00
	Rasio Menjalin		0,32		1,00		0,90

Sumber: Hasil Analisis Simpang Palbapang Dengan Bundaran (2012)

5.3.3 Perencanaan Geometri Bundaran Tahun 2012

Pada tahap perencanaan geometri bundaran di Simpang Bersinyal Kentungan ini, penulis menggunakan *Software Autocad 2011* sehingga dapat diperoleh data rencana geometri bundaran. Namun, pada proses pengerjaannya rencana geometri bundaran yang didapat dilakukan dengan cara *trial and error* secara berulang kali yang mana hasil *trial and error* tersebut kemudian dimasukkan ke dalam formulir RWEAV – II agar diperoleh nilai derajat kejenuhan yang tidak boleh lebih dari 0,75 (standar MKJI 1997).

Hasil dari rencana geometri bundaran yang telah sesuai dan akan diterapkan dapat dilihat pada Gambar 5.6, adapun detail rencana geometri bundaran tahun 2012 dapat dilihat di Lampiran 19.



Gambar 5.8 Rencana Geometri Bundaran Tahun 2012 di Simpang Bersinyal Palbapang

(Sumber: Hasil Rencana Bundaran dengan metode MKJI 1997, 2012)

Rencana bundaran yang akan digunakan pada Persimpangan Palbapang ini, maka didapatkan diameter bundaran sebesar 40 meter. Setelah itu terlebih dahulu dihitung ukuran-ukuran rencana bundaran yang akan digunakan. Ukuran-ukuran itu meliputi lebar masuk, lebar jalinan dan panjang jalinan. Dibawah ini adalah salah satu contoh perhitungan. Detail data dapat dilihat pada Lampiran 22.

1. Perhitungan Parameter geometri bagian jalinan AB

a. Lebar masuk:

$$1) \text{ Lebar pendekat 1 (W1)} = 15,80 \text{ m}$$

$$2) \text{ Lebar pendekat 2 (W2)} = 18,00 \text{ m}$$

b. Lebar masuk rata rata (WE)

$$= [\text{Lebar pendekat 1 (W1)} + \text{Lebar pendekat 2 (W2)}] / 2$$

$$= (15,80 + 18,00) \text{ m} / 2$$

$$= 16,9 \text{ m}$$

c. Lebar jalinan (Ww) = 18 m

d. Lebar masuk rata rata (WE) / lebar jalinan (Ww)

$$= 16,9 \text{ m} / 18 \text{ m}$$

$$= 0,939$$

e. Panjang jalinan (Lw) = 74,28 m

f. Lebar jalinan (Ww) / panjang jalinan (Lw)

$$= 18 \text{ m} / 74,28 \text{ m}$$

$$= 0,24$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka untuk masing-masing bagian jalinan diperoleh nilai dari parameter geometri jalinan seperti yang ditampilkan dalam Tabel 5.19 di bawah ini

Tabel 5.20 Parameter Geometri Bagian Jalinan Bundaran Palbapang

No	Bagian Jalinan	Lebar Masuk		WE	Ww (m)	WE/Ww	Lw (m)	Ww/Lw
		W1 (m)	W2 (m)					
1	AB	15,8	18	16,9	18	0,939	74,28	0,24
2	BC	14,16	18	16,08	18	0,893	45,21	0,40
3	CA	14,18	18	16,09	18	0,894	58,72	0,31

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran Palbapang (2012)

5.3.4 Analisis Kinerja Simpang dengan Bundaran Tahun 2012

Tahapan selanjutnya setelah ukuran-ukuran bundaran tersebut diketahui dan dihitung adalah menganalisis kinerja simpang dengan bundaran. Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai – nilai kapasitas dan perilaku lalu lintasnya. Berikut ini adalah beberapa contoh perhitungannya.

1. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan waktu yang melewati suatu titik. Kapasitas dasar adalah kapasitas pada geometrik dan persentase jalinan tertentu pada indikasi faktor penyesuaian, dihitung berdasarkan persamaan rumus berikut ini.

$$Co = (135 \times Ww^{1,3}) \times (1+W_E/Ww)^{1,5} \times (1-Pw/3)^{0,5} \times (1+Ww/Lw)^{-1,8}$$

Variabel-variabel masukan yang digunakan untuk menghitung kapasitas dasar (Co) adalah sebagai berikut ini.

a. Nilai Faktor Lebar Jalinan (Ww)

Faktor Ww dapat diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Faktor } Ww = 135 \times Ww^{1,3}$$

Lebar jalinan (Ww) untuk masing-masing jalinan dapat dilihat kembali pada jalinan A-B diperoleh nilai faktor Ww.

$$\begin{aligned} \text{Faktor } Ww (\text{jalinan A-B}) &= 135 \times Ww^{1,3} \\ &= 135 \times 18^{1,3} \\ &= 5.783,46 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai faktor Ww untuk bagian jalinan lainnya, selengkapnya terdapat pada Tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5.21 Nilai Faktor Ww untuk Masing-masing Pendekat

Bagian Jalan	Faktor-Ww
A-B (Magelang - Yogyakarta)	5783,46
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	5783,46
C-A (Borobudur - Magelang)	5783,46

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

b. Rasio Lebar Rata-rata dengan Lebar Jalinan (W_E/W_W)

Faktor dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Faktor } W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5}$$

Dari formulir RWEAV-II bagian jalinan A-B diperoleh nilai W_E (lebar masuk rata-rata) dengan nilai W_1 dan W_2 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} W_E &= (W_1 + W_2) \\ &= (15,8 \text{ m} + 18 \text{ m}) / 2 \\ &= 16,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedangkan W_W pada bagian jalinan A-B sebesar 32,6 m didapat dari Tabel 5.9, maka:

$$\begin{aligned} W_E/W_W &= 16,9 \text{ m} / 18 \text{ m} \\ &= 0,939 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai faktor W_E/W_W sebagai perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Faktor } W_E/W_W &= (1 + 0,939)^{1,5} \\ &= 2,70 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka nilai faktor W_E/W_W pada jalinan yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.21 di bawah ini.

Tabel 5.22 Nilai Faktor W_E/W_W untuk Masing-masing Pendekat

Bagian Jalan	Faktor- W_E/W_W
A-B (Magelang - Yogyakarta)	2,70
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	2,61
C-A (Borobudur - Magelang)	2,61

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

c. Nilai Faktor P_W

Faktor P_W merupakan faktor yang diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Faktor } P_W = (1 - P_W/3)^{0,5}$$

Pada bagian jalinan A-B $P_W = 0,32$, maka dapat diperoleh nilai faktor P_W pada bagian jalinan A-B adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor } P_w &= (1 - P_w/3)^{0.5} \\
 &= (1 - 0,32/3)^{0.5} \\
 &= 0,94
 \end{aligned}$$

Maka dengan cara yang sama jalinan jalan yang lain dapat diperoleh dan dapat dilihat pada Tabel 5.22 di halaman berikut ini.

Tabel 5.23 Nilai Faktor P_w

Bagian Jalan	Faktor P_w
A-B (Magelang - Yogyakarta)	0,94
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	0,82
C-A (Borobudur - Magelang)	0,84

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

d. Faktor W_A (Faktor W_w/L_w)

Bagian jalinan A-B didapat nilai lebar jalinan (W_w) = 18 m dan nilai panjang jalinan A-B adalah 74,28 m, sehingga diperoleh faktor W_w/L_w sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor } W_A &= \left(1 + \frac{W_w}{L_w}\right)^{-1.8} \\
 \text{Faktor } W_A &= \left(1 + \frac{18}{74,28}\right)^{-1.8} \\
 &= 0,68
 \end{aligned}$$

Tabel 5.23 di bawah ini memberikan nilai faktor W_A untuk jalinan jalan yang lain.

Tabel 5.24 Nilai Faktor W_A

Bagian Jalan	Faktor W_A
A-B (Magelang - Yogyakarta)	0,68
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	0,55
C-A (Borobudur - Magelang)	0,62

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

Dengan mendapatkan keempat nilai faktor tersebut, maka nilai kapasitas dasar (C_o) dapat diperoleh dengan cara mengalikan keempat nilai faktor tersebut sehingga kapasitas dasar (C_o) untuk bagian jalinan A-B didapat dengan menggunakan persamaan di halaman berikut ini:

$$\begin{aligned} C_o &= \text{Faktor } W_w \times \text{Faktor } W_E/W_w \times \text{Faktor } P_w \times \text{Faktor } W_w/L_w \\ &= 5.783,46 \times 2,70 \times 0,94 \times 0,68 \\ &= 9.982,87 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, kapasitas dasar (C_o) bagian jalinan yang lain dapat diperoleh seperti pada Tabel 5.24 di bawah ini.

Tabel 5.25 Kapasitas Dasar untuk Tiap Jalinan

Bagian Jalan	Kapasitas Dasar (C_o) Smp / jam
A-B (Magelang - Yogyakarta)	9982,87
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	6729,62
C-A (Borobudur - Magelang)	7785,66

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

e. Kapasitas sesungguhnya (C)

Kapasitas sesungguhnya diperoleh dengan cara mengalikan kapasitas dasar (C_o) dengan penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) serta faktor lingkungan jalan (F_{RSU}). Dengan jumlah penduduk 3.452.390 jiwa maka Faktor ukuran kota (F_{CS}) adalah 1,00 dan 0,95 untuk faktor Lingkungan Jalan (F_{RSU}), maka kapasitas sesungguhnya untuk jalinan A-B menggunakan rumus pada persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times F_{CS} \times F_{RSU} \\ &= 9982,87 \times 1,00 \times 0,95 \\ &= 9483,73 \text{ smp/ jam} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, kapasitas sesungguhnya (C) bagian jalinan yang lain dapat diperoleh seperti pada Tabel 5.25 di halaman berikut ini.

Tabel 5.26 Kapasitas Sesungguhnya (C)

Bagian Jalan	Kapasitas Sesungguhnya (C) Smp / jam
A-B (Magelang - Yogyakarta)	9483,73
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	6325,85
C-A (Borobudur - Magelang)	7396,38

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

2. Perilaku lalu lintas

a. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang atau segmen jalan. Dengan nilai derajat kejenuhan (DS) maka dapat ditinjau apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah pada kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut ini.

$$DS = Q/C$$

Dimana diketahui Total arus menjalin ($Q_{TOT AB}$) = 2.582,8 smp/jam dan Kapasitas Jalan (C) adalah 9483,73 smp/jam, maka nilai DS adalah :

$$DS = 2.582,8 / 9483,73 = 0,27$$

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada bundaran rencana Simpang Palbapang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.26 di bawah ini.

Tabel 5.27 Derajat Kejenuhan Tiap Jalanan

Bagian Jalan	Derajat Kejenuhan (DS)
A-B (Magelang - Yogyakarta)	0,27
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	0,32
C-A (Borobudur - Magelang)	0,35

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

b. Tundaan Bagian Jalinan Bundaran (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) Jalinan AB = 2,203 det/smp diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\begin{aligned} DT_{AB} &= 2 + 2,68982 \times DS - (1 - DS)^2 \\ &= 2 + 2,68982 \times 0,27 - (1 - 0,27)^2 \\ &= 2,203 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan cara yang sama, Tundaan lalu lintas (DT) bagian jalinan yang lain dapat diperoleh seperti pada Tabel 5.27 di bawah ini.

Tabel 5.28 Tundaan Lalu Lintas (DT)

Bagian Jalan	Tundaan lalu lintas (DT)
A-B (Magelang - Yogyakarta)	2,203
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	2,415
C-A (Borobudur - Magelang)	2,516

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

c. Tundaan Lalu Lintas Total (DT_{TOT})

Tundaan Lalu Lintas Total dapat diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$DT_{TOT} = Q \times DT$$

Sehingga untuk Tundaan lalu lintas total untuk ruas jalan AB dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DT_{TOT} &= Q \times DT \\ &= 2.582,80 \times 2,203 \\ &= 5690,06 \text{ det/jam} \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan cara yang sama, Tundaan Lalu Lintas Total DT_{TOT} bagian jalinan yang lain dapat diperoleh seperti pada Tabel 5.28 di halaman berikut ini.

Tabel 5.29 Tundaan Lalu Lintas Total (DT_{TOT})

Bagian Jalan	Tundaan Lalu Lintas Total (DT_{TOT})
A-B (Magelang - Yogyakarta)	5690,06
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	4951,45
C-A (Borobudur - Magelang)	6498,43

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

d. Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTR)

Tundaan lalu lintas bundaran (DTR) diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$DTR = \sum DT_{TOT} / Q_{MASUK} ; i = \dots n$$

$$\begin{aligned} \sum DT_{TOT} &= \sum DT_{TOT} \\ &= 5.690,06 + 4.951,45 + 6.498,43 \\ &= 17.139,94 \text{ det/jam} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk $Q_{MASUK} = 5.031 \text{ smp/jam}$, maka

$$\begin{aligned} DTR &= 17.139,94 / 5.031 \\ &= 3,41 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Maka untuk tundaan bundaran rata-rata (DR) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DR &= DTR + 4 \text{ (det/smp)} \\ &= 3,41 + 4 \\ &= 7,41 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

e. Peluang Antrian Bundaran ($QP\%$)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai persamaan di bawah ini.

$$QP\% = \text{MAKS dari } (QP\%) ; 1 \dots n$$

Untuk $QP\%_{\text{MAKS}}$

$$QP\%_{\text{MAKS}} = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3$$

Untuk $QP\%_{\text{MIN}}$

$$QP\%_{\text{MIN}} = 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619}$$

Sehingga diperoleh peluang antrian bundaran untuk bagian jalan A-B dengan $DS = 0,27$ sebagai berikut:

Untuk $QP\%_{\text{MAKS}}$

$$\begin{aligned}
 QP\%_{\text{MAXS}} &= 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3 \\
 &= 26,65 \times 0,27 - 55,55 \times 0,27^2 + 108,57 \times 0,27^3 \\
 &= 5\%
 \end{aligned}$$

Untuk $QP\%_{\text{MIN}}$

$$\begin{aligned}
 QP\%_{\text{MIN}} &= 9,41 \times DS + 29,967 \times DS^{4,619} \\
 &= 9,41 \times 0,27 + 29,967 \times 0,27^{4,619} \\
 &= 3\%
 \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan cara yang sama, Tundaan Peluang Antrian Bundaran ($QP\%$) bagian jalinan yang lain dapat diperoleh seperti pada Tabel 5.29 di bawah ini.

Tabel 5.30 Peluang Antrian Bundaran ($QP\%$)

Bagian Jalan	Peluang Antrian $QP\%$	
	Min	Maks
A-B (Magelang - Yogyakarta)	3	5
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	3	6
C-A (Borobudur - Magelang)	4	7

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran (2012)

5.4 KINERJA SIMPANG DI TAHUN 2015 DAN 2017

5.4.1 Prosedur Perhitungan

Perbaikan yang dilakukan akan dipredikisi kinerjanya 3 tahun dan 5 tahun ke depan. Dalam memperkirakan kinerja simpang yang terjadi di masa mendatang, ada langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Mendapatkan data sekunder berupa pertumbuhan rata-rata tiap satuan waktu (tahun) baik pertumbuhan penduduk maupun arus lalu lintas,
2. Mendapatkan jumlah penduduk di tahun 2015 dan 2017,
3. Mendapatkan jumlah arus lalu lintas di tahun 2015 dan 2017, dan
4. Analisis kinerja bundaran di tahun 2015 dan 2017

5.4.2 Data Sekunder

1. Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk dan memperkirakan jumlah penduduk untuk 3 tahun dan 5 tahun mendatang dari tahun 2012. Data jumlah penduduk ini juga digunakan untuk menentukan ukuran kota sebagai faktor penyesuaian (F_c) dalam menghitung kapasitas (C) dan derajat kejenuhan (DS). Untuk data Jumlah penduduk Kabupaten Magelang pada tahun 2011 dan pertumbuhan penduduk dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini.

Tabel 5.31 Data Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Magelang 2011

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk per Tahun (%)
2011	1.193.569	0,62

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah (2012)

2. Jumlah Kepemilikan Kendaraan Bermotor

Data ini diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak kendaraan bermotor di kawasan Provinsi Jawa Tengah dan juga diperlukan untuk menghitung pertumbuhan arus lalu lintas per tahun yang akan digunakan dalam menentukan jumlah arus lalu lintas rencana simpang Palbapang pada tahun 2017. Jumlah pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor di kawasan Provinsi Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.32 Jumlah Kepemilikan Kendaraan Bermotor Jawa Tengah 2005-2009

No	Tahun	Kendaraan Bermotor
1	2007	6.515.252
2	2008	7.399.020
3	2009	8.593.911
4	2010	9.318.749
5	2011	10.481.143

Sumber: Ditlantas Polda Provinsi Jawa Tengah (2012)

Jumlah pertumbuhan kendaraan bermotor di Provinsi Jawa Tengah 5 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 5.22 di bawah ini.

Tabel 5.33 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Jawa Tengah 2007-2011

Tahun	Jumlah Kendaraan (kend)	Pertumbuhan Kendaraan per Tahun (%)	Irata-rata (%)
2007	6.515.252	-	12,66
2008	7.399.020	13,56	
2009	8.593.911	16,15	
2010	9.318.749	8,43	
2011	10.481.143	12,47	

Sumber: Hasil Perhitungan Pertumbuhan Kendaraan Bermotor (2012)

5.4.3 Pertumbuhan Penduduk di Tahun 2017

Berdasarkan data statistik di atas, jumlah penduduk Kabupaten Magelang pada tahun 2011 berjumlah 1.193.569 jiwa dengan rata-rata pertumbuhan penduduk adalah 0,62 persen per tahun.

Estimasi jumlah penduduk Kabupaten Magelang dalam kurun waktu 3 tahun mendatang yakni tahun 2015 dan 5 tahun mendatang yakni tahun 2017 bisa dihitung berdasarkan data-data di atas. Dalam hal ini dipergunakan metode estimasi jumlah penduduk, yaitu dengan metode bunga berganda. Metode ini juga sering disebut dengan nama metode bunga majemuk, yaitu suatu metode perhitungan bunga yang dibungakan dengan rumus berikut ini.

$$P_n = P_o \times (1 + i_{rata-rata})^n$$

Keterangan:

P_n = keadaan akhir, yaitu tahun 2015 dan 2017,

P_o = keadaan awal atau permulaan, yaitu tahun 2011,

$I_{rata-rata}$ = pertumbuhan rata-rata tiap satuan waktu (tahun), dan

n = satuan waktu yang digunakan (tahun).

Dari rumus tersebut, maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o \times (1 + i_{\text{rata-rata}})^n \\
 P_{2015} &= 1.193.569 \times \left(1 + \frac{0,62}{100}\right)^4 \\
 &= 1.223.446 \text{ jiwa} \\
 P_{2017} &= 1.193.569 \times \left(1 + \frac{0,62}{100}\right)^6 \\
 &= 1.238.664 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

5.4.4 Jumlah Arus Lalu Lintas di Tahun 2015 dan Tahun 2017

Berdasarkan data pada pada hari Sabtu, 27 Oktober 2012 untuk periode jam puncak sore pukul 16.00-18.00 diperoleh nilai masing-masing jenis kendaraan bermotor, yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor dalam satuan smp/jam dengan pertambahan tiap tahunnya $i_{\text{rata-rata}} = 12,66\%$.

Oleh karena itu, estimasi untuk jumlah kepemilikan kendaraan bermotor Provinsi Jawa Tengah di masa yang akan datang digunakan metode estimasi jumlah penduduk, yaitu Metode Bunga Berganda atau sering juga disebut dengan nama metode bunga majemuk, yaitu suatu metode perhitungan bunga yang dibungakan dengan menggunakan rumus berikut.

$$P_n = P_o \times (1 + i_{\text{rata-rata}})^n$$

Keterangan:

P_n = keadaan akhir, yaitu tahun 2015 dan 2017,

P_o = keadaan awal atau permulaan, yaitu tahun 2012,

$i_{\text{rata-rata}}$ = pertumbuhan rata-rata tiap satuan waktu (tahun), dan

n = satuan waktu yang digunakan (tahun).

Dalam menggunakan metode estimasi, maka diperoleh angka-angka estimasi jumlah kepemilikan kendaraan bermotor Provinsi Jawa Tengah sampai dengan tahun 2015 dan tahun 2017. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan arus lalu lintas dari Arah Barat ke kiri.

$$P_n = P_o \times (1 + i_{\text{rata-rata}})^n$$

$$P_{2015} = 16 \times \left(1 + \frac{12,66}{100}\right)^3$$

= 23 kendaraan

$$P_{2017} = 16 \times \left(1 + \frac{12,66}{100}\right)^5$$

= 29 kendaraan

Dengan menggunakan cara yang sama, maka untuk masing-masing bagian jalinan diperoleh arus lalu lintas 3 tahun dan 5 tahun mendatang seperti yang ditampilkan dalam Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 di bawah ini. Adapun detail data dapat dilihat di Lampiran 15 dan Lampiran 16.

Tabel 5.34 Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal Palbapang Pada Tahun 2015

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan			
Dari	Ke	LV	HV	MC	UM
Barat	LTOR	23	36	568	20
	ST	0	0	0	0
	RT	398	90	568	6
Utara	LTOR	420	126	1.135	26
	ST	0	0	0	0
	RT	1.105	320	1.966	6
Selatan	LTOR	320	34	50	1
	ST	1.426	355	2.016	7
	RT	276	51	525	14

Sumber: Hasil Analisis Jumlah Arus Lalu Lintas Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.35 Arus Lalu Lintas Simpang Bersinyal Palbapang Pada Tahun 2017

Arah Kendaraan		Tipe Kendaraan			
Dari	Ke	LV	HV	MC	UM
Barat	LTOR	29	45	721	25
	ST	0	0	0	0
	RT	505	114	721	7
Utara	LTOR	0	0	0	0
	ST	1.403	407	2.495	7
	RT	407	44	64	2
Selatan	LTOR	350	65	666	18
	ST	1.270	439	2.770	25
	RT	0	0	0	0

Sumber: Hasil Analisis Jumlah Arus Lalu Lintas Tahun 2017 (2012)

5.4.5 Analisis Kinerja Perbaikan Simpang di Tahun 2015 dan Tahun 2017

Berdasarkan data prediksi jumlah arus lalu lintas di tahun 2015 dan tahun 2017, kemudian langkah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai – nilai perilaku lalu lintasnya pada tahun 2015 dan tahun 2017. Namun demikian, nilai-nilai kapasitas tidak dihitung lagi dikarenakan tidak berkaitan dengan adanya perubahan pada arus lalu lintas pada tahun 2015 dan tahun 2017. Berikut ini adalah beberapa contoh perhitungannya.

1. Perilaku lalu lintas

a. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang atau segmen jalan. Dengan nilai derajat kejenuhan (DS) maka dapat ditinjau apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah pada kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut ini.

$$DS = Q/C$$

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada rencana Simpang Palbapang pada tahun 2015 tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.25, Tabel 5.26, Tabel 5.27, dan Tabel 5.28. Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada rencana Simpang Palbapang pada tahun 2017 tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.29, Tabel 5.30, Tabel 5.31, dan Tabel 5.32.

Tabel 5.36 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara Lurus 1	0,937
Utara Lurus 2	1,651
Utara Belok Kanan	1,083
Selatan	1,446
Barat	1,083

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.37 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2015

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	0,998
Selatan	0,991
Barat	0,953

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.38 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2015

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara Lurus 1	0,894
Utara Lurus 2	1,043
Utara Belok Kanan	1,034
Selatan	0,892
Barat	0,791

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.39 Derajat Kejenuhan Tiap Jalinan pada Tahun 2015

Bagian Jalan	Derajat Kejenuhan (DS)
A-B (Magelang - Yogyakarta)	0,39
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	0,46
C-A (Borobudur - Magelang)	0,50

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.40 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara Lurus 1	1,181
Utara Lurus 2	2,125

Lanjutan Tabel 5.40 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara Belok Kanan	1,375
Selatan	1,835
Barat	1,375

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.41 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2017

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara	1,267
Selatan	1,258
Barat	1,210

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang dengan Perbaikan Geometri pada Tahun 2017 (2012)

Tabel 5.42 Derajat Kejenuhan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2017

Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)
Utara Lurus 1	1,127
Utara Lurus 2	1,342
Utara Belok Kanan	1,313
Selatan	1,132
Barat	1,004

Sumber: Hasil Analisis Data Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perbaikan Geometrik dan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (2012)

Tabel 5.43 Derajat Kejenuhan Tiap Jalinan pada Tahun 2017

Bagian Jalan	Derajat Kejenuhan (DS)
A-B (Magelang - Yogkatakarta)	0,49
B-C (Yogyakarta - Borobudur)	0,59
C-A (Borobudur - Magelang)	0,63

Sumber: Hasil Analisis Rencana Bundaran pada Tahun 2017 (2012)

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 GAMBARAN UMUM

Berdasarkan bab sebelumnya, telah diuraikan mengenai analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran. Diuraikan juga prediksi analisis kinerja simpang pada 3 tahun dan 5 tahun mendatang. Pada bab ini akan diperlihatkan hasil perbandingan kelima hal tersebut dalam 3 periode yaitu tahun 2012, 2015 dan 2017. Perbandingan tersebut meliputi:

1. Kapasitas,
2. Derajat kejenuhan,
3. Derajat kejenuhan rata – rata, dan
4. Tundaaan lalu lintas rata – rata.

6.2 PERBANDINGAN ANALISIS KINERJA

6.2.1 Kapasitas

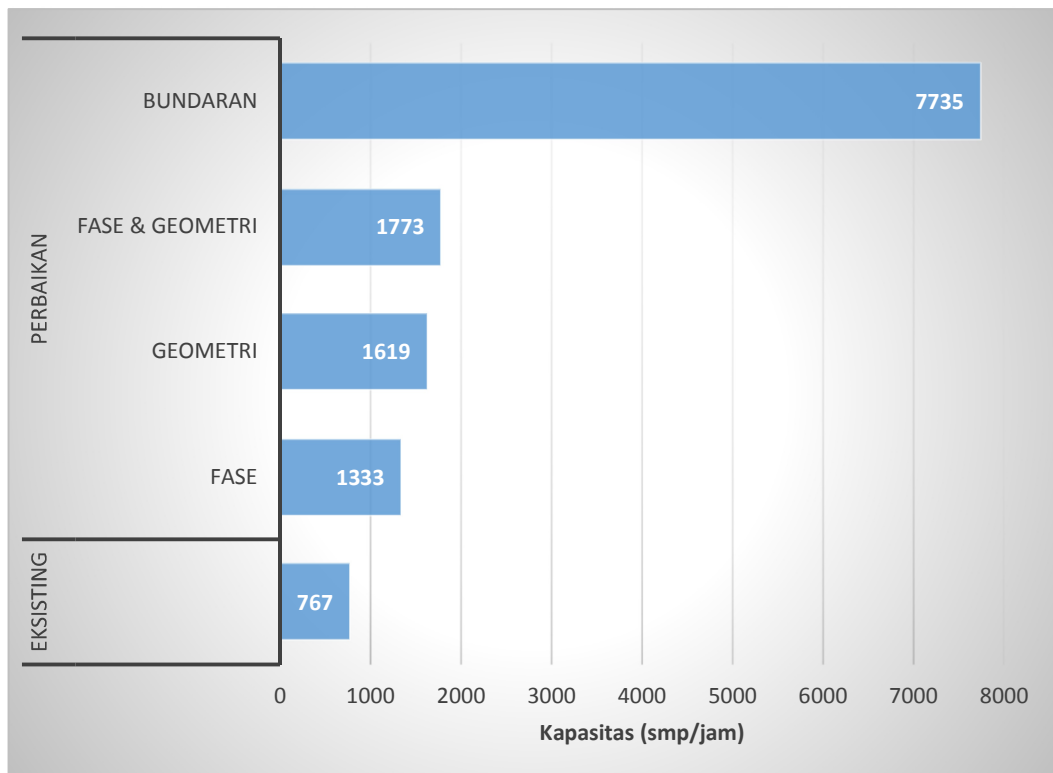
Dari hasil analisis yang diperoleh pada bab sebelumnya, diperoleh nilai yang berbeda untuk kapasitas analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran. Kapasitas simpang tidak dibandingkan dalam tiga periode, karena dalam tiga periode (2012, 2015 dan 2017) memiliki nilai yang sama. Perbandingan kapasitas simpang terlihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Perbandingan Antara Kapasitas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

Pendekat	Kapasitas				
	Eksisting (smp/jam)	Perubahan Fase (smp/jam)	Perbaikan Geometri (smp/jam)	Perbaikan Fase dan Geometri (smp/jam)	Bundaran (smp/jam)
Utara	940	2113,52	2294	2408,86	9483,73
Selatan	838	1305,36	1905	2116	6325,85
Barat	522	579,78	659	794	7396,38

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)

Dari hasil Tabel 6.1 yang berisi perbandingan kapasitas simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai yang meningkat. Hal ini dapat dilihat dari simpang bersinyal eksisting dengan nilai kapasitas masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan, dan Barat, yaitu = 940 (smp/jam), 838 (smp/jam), dan 522 (smp/jam). Simpang dengan perubahan fase dengan nilai kapasitas masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 2.113,52 (smp/jam), 1.305,36 (smp/jam) dan 579,78 (smp/jam). Simpang dengan perbaikan geometri dengan nilai kapasitas masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 2.294 (smp/jam), 1.905 (smp/jam), dan 579,78 (smp/jam). Simpang dengan perbaikan fase dan geometrik dengan nilai kapasitas masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 2.408,86 (smp/jam), 2.116 (smp/jam), dan 794 (smp/jam) Adapun Simpang perbaikan dengan bundaran mempunyai nilai kapasitas masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 9.483,73 (smp/jam), 6.325,85 (smp/jam) dan 7.396,38 (smp/jam).



Gambar 6.1 Perbandingan Antara Kapasitas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

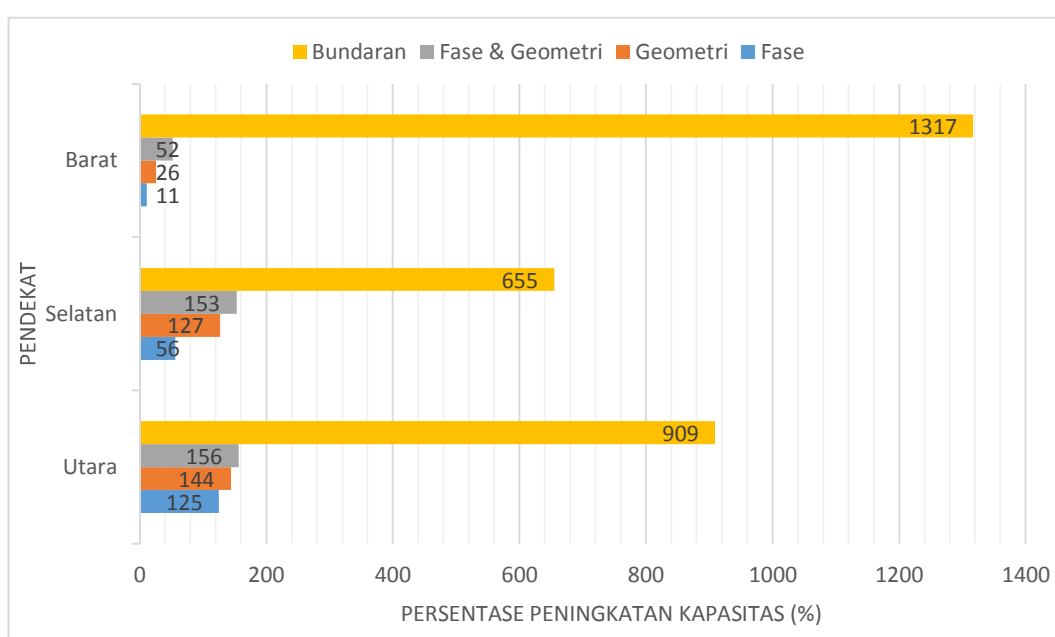
(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Perbandingan Antara Kapasitas Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan pada Gambar 6.1 memperlihatkan perbandingan perbaikan simpang yang terus meningkat terhadap keadaan eksisting. Keadaan eksisting dapat dibandingkan dengan perbaikan simpang dengan menggunakan persentase peningkatan seperti di pada Tabel 6.2. Pada perbandingan ini terlihat lebih jelas peningkatan pada setiap perbaikan terhadap keadaan eksisting. Berdasarkan Tabel 6.2 peningkatan tertinggi ada pada pendekat barat perbaikan dengan menggunakan bundaran sebesar 1317%. Perbandingan peningkatan kapasitas antara simpang eksisting dan kapasitas simpang dengan berbagai alternatif ditunjukkan pada Gambar 6.2.

Tabel 6.2 Perbandingan Peningkatan Kapasitas Antara Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

Perbandingan Kapasitas seluruh pendekat									
Pendekat	eksisting (smp/jam)	Perbaikan				Peningkatan			
		Fase (smp/jam)	Geometri (smp/jam)	Fase & Geometri (smp/jam)	Bundaran (smp/jam)	Fase (%)	Geometri (%)	Fase & Geometri (%)	Bundaran (%)
Utara	939,68	2113,52	2293,92	2408,86	9483,73	125	144	156	909
Selatan	838,00	1305,36	1904,61	2116,26	6325,85	56	127	153	655
Barat	521,87	579,79	658,95	793,75	7396,38	11	26	52	1317

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)



Gambar 6.2 Perbandingan Peningkatan Kapasitas Antara Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

6.2.2 Derajat Kejenuhan

Dari hasil analisis yang diperoleh pada bab sebelumnya, diperoleh nilai derajat kejenuhan yang berbeda untuk analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran. Perbandingan ini ditampilkan dalam 3 periode, yaitu tahun 2012, 2015 dan 2017.

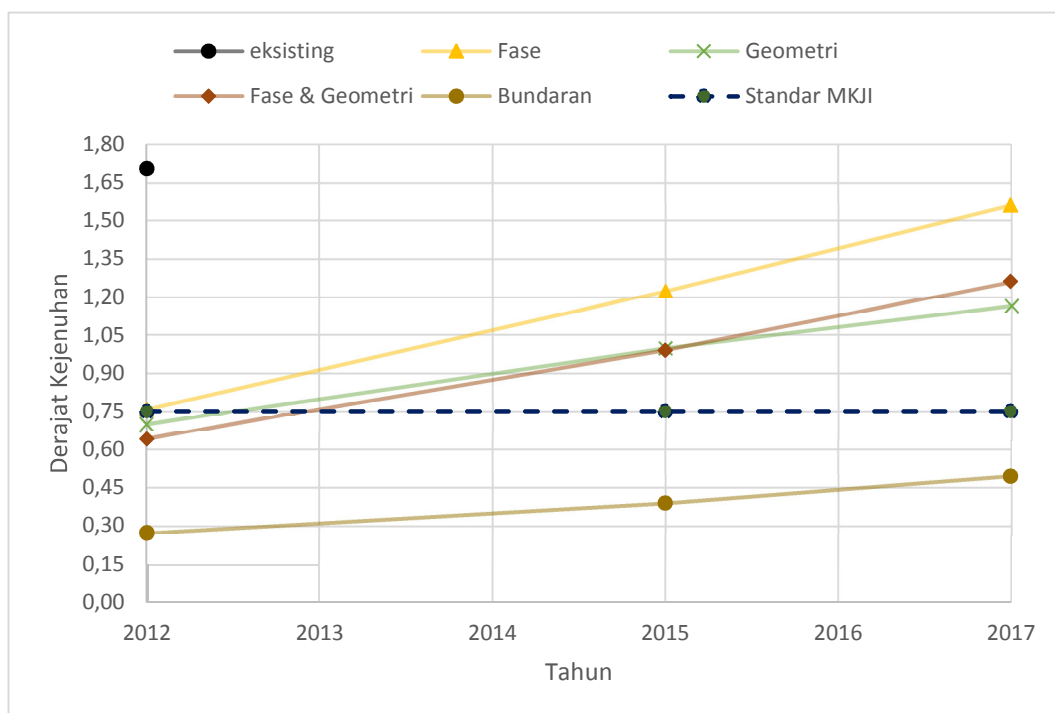
Hal tersebut terlihat pada Tabel 6.3 untuk pendekat Utara, Tabel 6.4 untuk pendekat Selatan dan Tabel 6.5 untuk pendekat Barat.

Tabel 6.3 Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Utara Simpang Eksisting dan Simpang dengan Perbaikan Berbagai Alternatif.

Derajat Kejenuhan Pendekat Utara					
Tahun	Eksisting	Perbaikan			
		Fase	Geometri	Fase & Geometri	Bundaran
2012	1,70	0,76	0,70	0,64	0,27
2015	-	1,22	1,00	0,99	0,39
2017	-	1,56	1,16	1,26	0,49

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)

Dari hasil Tabel 6.3 dan Gambar 6.3 yang berisi perbandingan Derajat Kejenuhan pendekat Utara simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai Derajat Kejenuhan yang meningkat. Hal ini dapat dilihat dari simpang bersinyal eksisting dengan nilai Derajat Kejenuhan dari pendekat Utara yaitu = 1,70. Hasil simpang dengan perubahan fase mempunyai nilai derajat kejenuhan dari pendekat Utara yaitu = 0,76 untuk tahun 2012; 1,22 untuk tahun 2015; 1,56 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Utara yaitu = 0,7 untuk tahun 2012; 0,99 untuk tahun 2015; 1,16 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri dan fase memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Utara yaitu = 0,64 untuk tahun 2012; 0,99 untuk tahun 2015; 1,26 untuk tahun 2017. Adapun perbaikan simpang dengan bundaran mempunyai nilai derajat kejenuhan dari pendekat Utara yaitu = 0,55 untuk tahun 2012; 0,79 untuk tahun 2015; 1,01 untuk tahun 2017.



Gambar 6.3 Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Utara Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

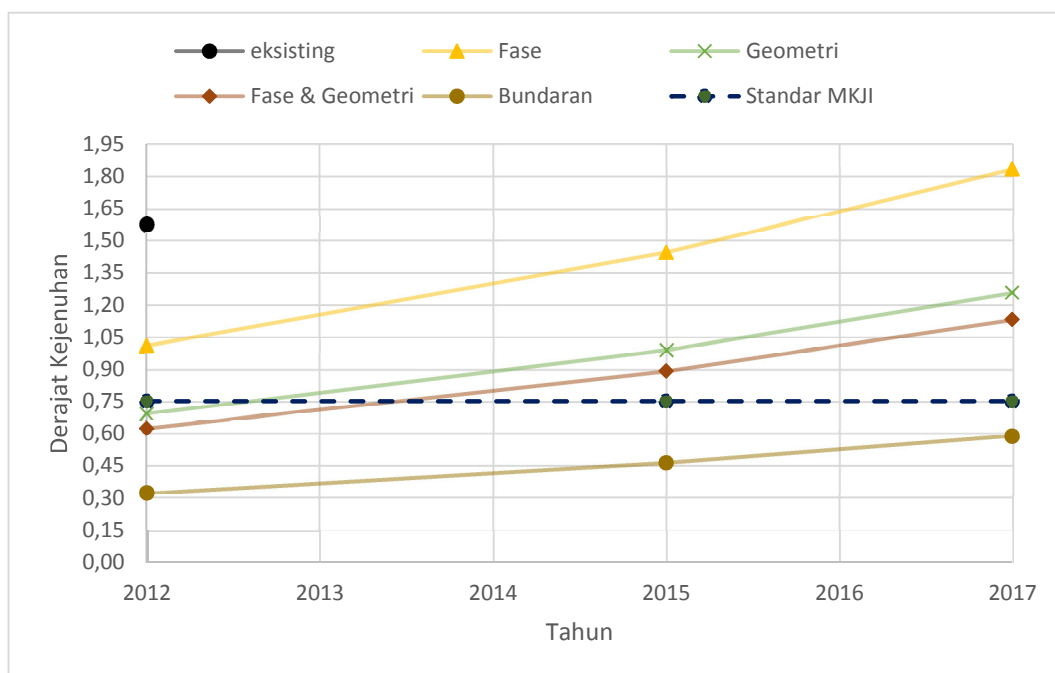
(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Peningkatan nilai Derajat Kejenuhan pada pendekat Utara dari kondisi eksisting hingga berbagai alternatif perbaikan simpang menunjukkan penurunan kinerja simpang. Kinerja simpang akan melewati batas pada nilai Derajat Kejenuhan 0,75. Berdasarkan Gambar 6.3 seluruh perbaikan simpang sudah mencapai nilai Derajat Kejenuhan 0,75 pada tahun 2013, kecuali perbaikan simpang dengan bundaran hingga tahun 2017 masih belum mencapai 0,75.

Tabel 6.4 Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Selatan Simpang Eksisting dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif .

Derajat Kejenuhan Pendekat Selatan					
Tahun	Eksisting	Perbaikan			
		Fase	Geometri	Fase & Geometri	Bundaran
2012	1,57	1,01	0,69	0,62	0,32
2015	-	1,45	0,99	0,89	0,46
2017	-	1,84	1,26	1,13	0,59

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)



Gambar 6.4 Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Selatan Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Dari hasil Tabel 6.4 dan Gambar 6.4 yang berisi perbandingan Derajat Kejenuhan pendekat Selatan simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai yang meningkat. Hal ini dapat dilihat dari simpang bersinyal eksisting dengan nilai Derajat Kejenuhan dari pendekat Selatan yaitu = 1,57. Hasil simpang dengan perubahan fase mempunyai nilai derajat kejenuhan dari pendekat Selatan yaitu = 1,01 untuk tahun 2012; 1,45 untuk tahun 2015; 1,84 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Selatan yaitu = 0,69 untuk tahun 2012; 0,99 untuk tahun 2015; 1,26 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri dan fase memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Selatan yaitu = 0,62 untuk tahun 2012; 0,89 untuk tahun 2015; 1,13 untuk tahun 2017. Adapun perbaikan simpang dengan bundaran mempunyai nilai

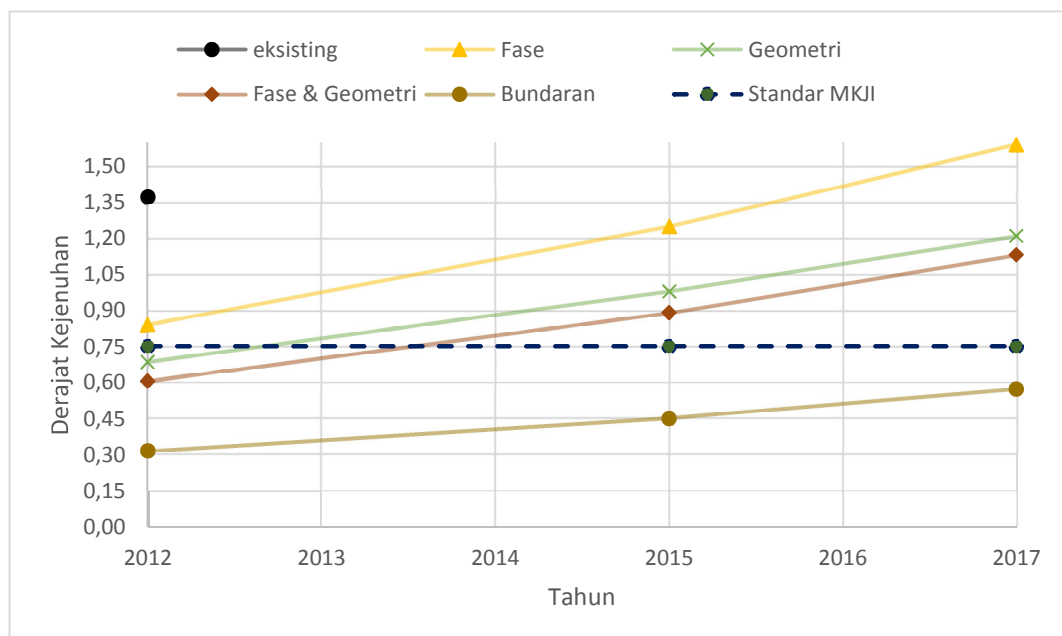
derajat kejenuhan dari pendekat Selatan yaitu = 0,32 untuk tahun 2012; 0,46 untuk tahun 2015; 0,59 untuk tahun 2017.

Peningkatan nilai Derajat Kejenuhan pada pendekat Selatan dari kondisi eksisting hingga berbagai alternatif perbaikan simpang menunjukkan penurunan kinerja simpang. Kinerja simpang akan melewati batas pada nilai Derajat Kejenuhan 0,75. Berdasarkan Gambar 6.4 seluruh perbaikan simpang sudah mencapai nilai Derajat Kejenuhan 0,75 pada tahun 2013, kecuali perbaikan simpang dengan bundaran.

Tabel 6.5 Perbandingan Derajat Kejenuhan Pendekat Barat Simpang Eksisting dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

Derajat Kejenuhan Pendekat Barat					
Tahun	Eksisting	Perbaikan			
		Fase	Geometri	Fase & Geometri	Bundaran
2012	0,84	0,76	0,67	0,55	0,35
2015	-	1,08	0,95	0,79	0,50
2017	-	1,38	1,21	1,00	0,63

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)



Gambar 6.5 Perbandingan Antara Derajat Kejenuhan Pendekat Barat Simpang Eksisting dan Kapasitas Simpang dengan berbagai Alternatif Perbaikan

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Dari hasil Tabel 6.5 dan Gambar 6.5 yang berisi perbandingan Derajat Kejenuhan pendekat Barat simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai yang meningkat. Hal ini dapat dilihat dari simpang bersinyal eksisting dengan nilai Derajat Kejenuhan dari pendekat Barat yaitu = 0,84. Hasil simpang dengan perubahan fase mempunyai nilai derajat kejenuhan dari pendekat Barat yaitu = 0,76 untuk tahun 2012; 1,08 untuk tahun 2015; 1,38 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Barat yaitu = 0,67 untuk tahun 2012; 0,95 untuk tahun 2015; 1,21 untuk tahun 2017. Simpang dengan perbaikan geometri dan fase memiliki derajat kejenuhan dari pendekat Barat yaitu = 0,55 untuk tahun 2012; 0,79 untuk tahun 2015; 1,00 untuk tahun 2017. Adapun perbaikan simpang dengan bundaran mempunyai nilai derajat kejenuhan dari pendekat Barat yaitu = 0,35 untuk tahun 2012; 0,50 untuk tahun 2015; 0,63 untuk tahun 2017.

6.2.3 Derajat Kejenuhan Rata – Rata

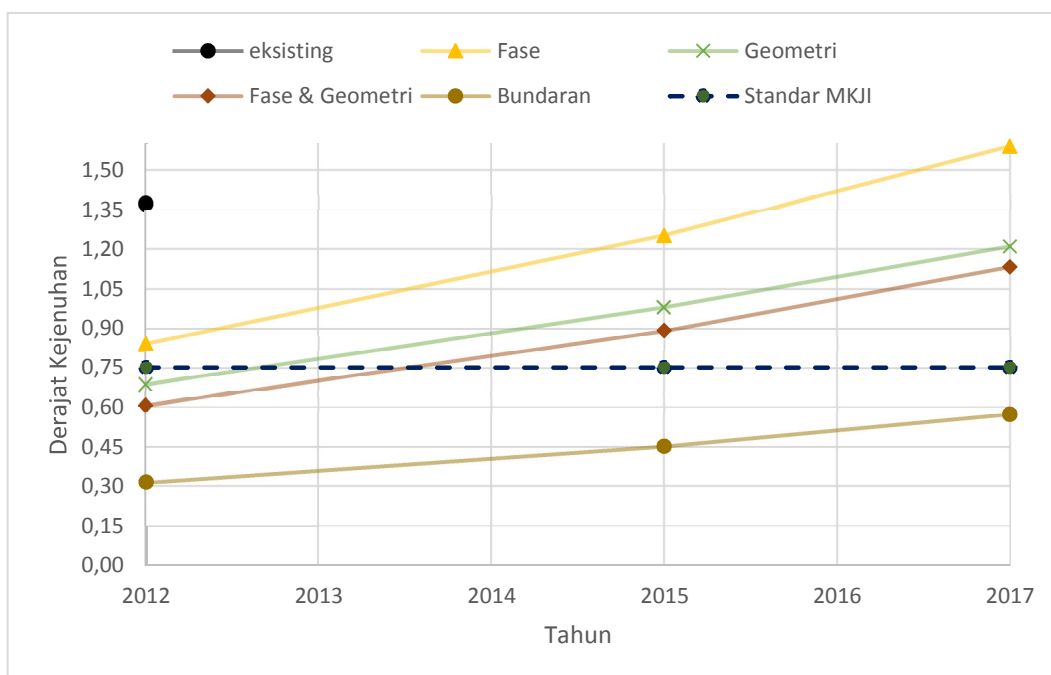
Dari hasil analisis yang diperoleh pada bab sebelumnya, diperoleh nilai derajat kejenuhan rata - rata yang berbeda untuk analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran. Hal tersebut terlihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6.6 Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Simpang Eksisting, dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

Derajat Kejenuhan rata-rata					
Tahun	Eksisting	Perbaikan			
		Fase	Geometri	Fase & Geometri	Bundaran
2012	1,37	0,84	0,69	0,61	0,32
2015	-	1,25	0,98	0,89	0,45
2017	-	1,59	1,21	1,13	0,57

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)

Dari hasil Tabel 6.5 yang berisi perbandingan derajat kejenuhan rata-rata analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai yang menurun pada setiap alternatif perbaikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan rata-rata simpang bersinyal eksisting sebesar 1,37; simpang dengan perubahan fase tahun 2012 sebesar 0,84, tahun 2015 sebesar 1,25 dan tahun 2017 sebesar 1,59; simpang dengan perbaikan geometri tahun 2012 sebesar 0,69, tahun 2015 sebesar 0,98 dan tahun 2017 sebesar 1,21; simpang dengan perbaikan geometri dan fase tahun 2012 sebesar 0,61, tahun 2015 sebesar 0,89 dan tahun 2017 sebesar 1,13; simpang dengan perbaikan bundaran tahun 2012 sebesar 0,57, tahun 2015 sebesar



0,81 dan tahun 2017 sebesar 1,03.

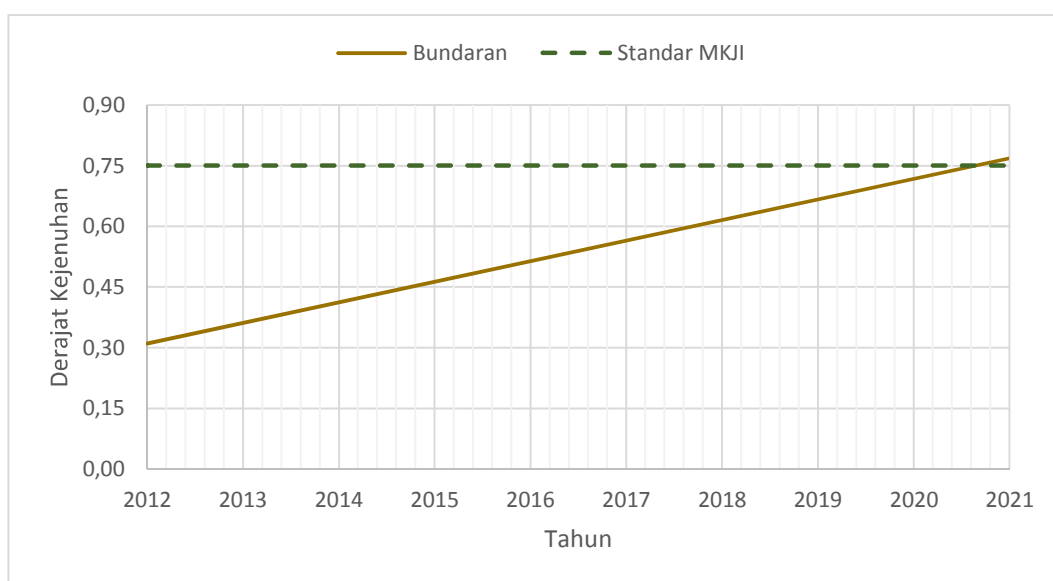
Gambar 6.6 Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Simpang Eksisting, dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Berdasarkan Gambar 6.6 Derajat Kejenuhan pada perbaikan fase sudah di atas 0,75 pada tahun 2012, sehingga pada perbaikan ini hanya mengurangi derajat kejenuhan tetapi masih belum dapat mencapai 0,75. Pada perbaikan dengan perubahan geometri pada tahun 2012 derajat kejenuhannya belum melewati 0,75,

Namun perbaikan dengan perubahan geometri derajat kejenuhannya sudah melampaui 0,75 setelah tahun 2013. Selanjutnya pada perbaikan dengan perubahan fase dan geometri pada tahun 2012 derajat kejenuhannya masih memenuhi standar MKJI, dan hanya dapat bertahan sesuai standar MKJI hingga pertengahan tahun 2013.

Perbaikan simpang dengan bundaran memiliki derajat kejenuhan yang rendah. Hal ini menunjukkan hanya Derajat Kejenuhan pada perbaikan simpang dengan bundaran yang masih memenuhi standar MKJI hingga tahun 2017. Derajat Kejenuhan pada perbaikan simpang dengan bundaran dapat bertahan hingga tahun 2017 dan beberapa tahun berikutnya, untuk penjelasan lebih lanjut dapat diketahui dengan metode ekstrapolasi kemudian ditampilkan pada Gambar 6.7 berikut ini.



Gambar 6.7 Perbandingan Derajat Kejenuhan Rata – Rata Perbaikan Simpang dengan Bundaran dan Standar MKJI.

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Berdasarkan Gambar 6.7 Derajat Kejenuhan Rata-rata perbaikan simpang dengan bundaran melebihi standar MKJI setelah tahun 2020. Perbaikan ini bila dihitung dari tahun 2012 dan dapat bertahan dengan dibawah standar MJKI hingga tahun 2020 berarti dapat bertahan hingga 8 tahun. Perbaikan simpang

dengan menggunakan bundaran memiliki masa pelayanan yang panjang, hingga 8 tahun dibandingkan dengan alternatif perbaikan lainnya yang rata-rata hanya dapat memperbaiki keadaan sekarang tetapi tidak mampu mengatasi masalah dimasa mendatang.

Berdasarkan Gambar 6.6 dan Gambar 6.7 dapat disimpulkan bahwa hanya perbaikan dengan bundaran yang memiliki masa pelayanan yang panjang dengan parameter derajat kejenuhan yang rendah. Tetapi dengan melihat Gambar 6.6 pada tahun 2012 hingga tahun 2014 perbaikan dengan bundaran memiliki derajat kejenuhan yang sangat rendah dan tidak perlu diterapkan ditahun-tahun tersebut karena perbaikan dengan perubahan fase dan geometri masih dapat melayani kinerja simpang hingga pertengahan tahun 2013. Kemudian setelah tahun 2014 perbaikan dengan bundaran dapat mulai diterapkan.

6.2.4 Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata

Dari hasil analisis yang diperoleh pada bab sebelumnya, diperoleh nilai derajat kejenuhan rata - rata yang berbeda untuk analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran. Hal tersebut terlihat pada Tabel 6.7, Tabel 6.8 dan Tabel 6.9.

Tabel 6.7 Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Utara Simpang Eksisting, dan Simpang Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

Tundaan lalulintas Pendekat Utara					
Tahun	Eksisting (det/smp)	Perbaikan			
		Fase (det/smp)	Geometri (det/smp)	Fase & Geometri (det/smp)	Bundaran (det/smp)
2012	1317	53,61	35,23	25,96	2,20
2015	-	521,46	74,81	113,89	2,67
2017	-	1084,68	341,64	513,42	3,07

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)

Tabel 6.8 Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Selatan Simping Eksisting, dan Simping Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

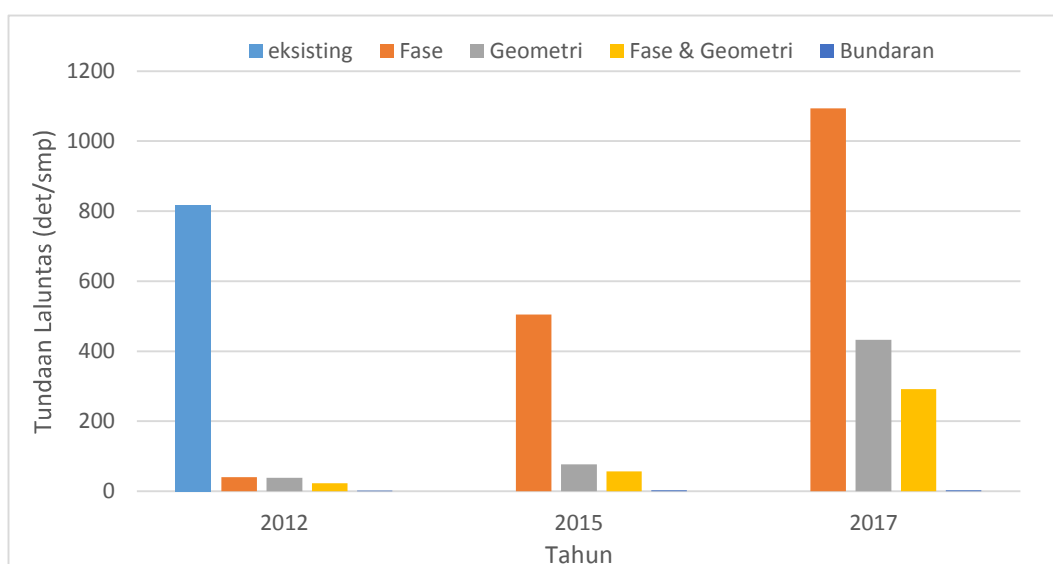
Tundaan lalulintas Pendekat Selatan					
Tahun	Eksisting (det/smp)	Perbaikan			
		Fase (det/smp)	Geometri (det/smp)	Fase & Geometri (det/smp)	Bundaran (det/smp)
2012	1085,82	61,3	30,19	15,9	2,41
2015	-	808,11	67,89	24,02	2,96
2017	-	1507,31	510,58	266,67	3,41

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)

Tabel 6.9 Perbandingan Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata Pendekat Barat Simping Eksisting, dan Simping Perbaikan dengan Berbagai Alternatif.

Tundaan lalulintas Pendekat Barat					
Tahun	Eksisting (det/smp)	Perbaikan			
		Fase (det/smp)	Geometri (det/smp)	Fase & Geometri	Bundaran (det/smp)
2012	45,83	6,51	51,2	26,81	2,52
2015	-	185,36	86,99	33,56	3,09
2017	-	689,42	447,23	96,65	3,57

Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan (2012)



Gambar 6.8 Perbandingan Antara Tundaan Lalulintas Simping Eksisting dan Kapasitas Simping dengan berbagai Alternatif Perbaikan

(Sumber: Hasil Analisis Kinerja di Lapangan, 2012)

Dari hasil Tabel 6.7, Tabel 6.8, Tabel 6.9 dan Gambar 6.8 yang berisi perbandingan tundaan lalu lintas rata - rata analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran, memperlihatkan nilai yang menurun. Hal ini dapat dilihat dari simpang bersinyal eksisting dengan nilai tundaan lalu lintas rata - rata masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 1317 (det/smp), 1085,82 (det/smp) dan 45,83 (det/smp).

Hasil simpang dengan perubahan fase mempunyai nilai tundaan lalu lintas rata - rata masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 53,61 (det/smp), 61,3 (det/smp) dan 6,51 (det/smp) untuk tahun 2012, 521,46 (det/smp), 808,11 (det/smp) dan 185,36 (det/smp) untuk tahun 2015, 1084,68 (det/smp), 1507,31 (det/smp) dan 689,42 (det/smp) untuk tahun 2017. Hasil simpang dengan perbaikan geometri mempunyai nilai tundaan lalu lintas rata - rata masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 35,23 (det/smp), 30,19 (det/smp) dan 51,2 (det/smp) untuk tahun 2012, 74,81 (det/smp), 67,89 (det/smp) dan 86,99 (det/smp) untuk tahun 2015, 341,64 (det/smp), 510,58 (det/smp) dan 447,23 (det/smp) untuk tahun 2017.

Hasil simpang dengan perbaikan fase dan geometri mempunyai nilai tundaan lalu lintas rata - rata masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 25,96 (det/smp), 15,9 (det/smp) dan 26,81 (det/smp) untuk tahun 2012, 113,89 (det/smp), 24,02 (det/smp) dan 33,56 (det/smp) untuk tahun 2015, 513,42 (det/smp), 266,67 (det/smp) dan 96,65 (det/smp) untuk tahun 2017. Adapun perbaikan simpang dengan bundaran memiliki tundaan lalu lintas rata - rata masing-masing pendekat secara berurutan dari Arah Utara, Selatan dan Barat, yaitu = 3,3 (det/smp), 3,52 (det/smp) dan 3,18 (det/smp) untuk tahun 2012, 4,09 (det/smp), 4,37 (det/smp) dan 3,95 (det/smp) untuk tahun 2015, 4,71 (det/smp), 5,01 (det/smp) dan 4,55 (det/smp) untuk tahun 2017.

Berdasarkan Gambar 6.8 yang berisi perbandingan tundaan lalu lintas rata - rata analisis kinerja simpang eksisting, simpang dengan perubahan fase, simpang dengan perbaikan geometri, simpang dengan perbaikan fase dan geometri, dan simpang perbaikan dengan bundaran menampilkan penurunan nilai tundaan pada setiap perbaikan. Tetapi pada tahun berikutnya hingga tahun 2017 terjadi peningkatan tundaan hingga melebihi kondisi eksisting pada tahun 2017 untuk perbaikan simpang dengan perubahan fase. Tundaan rata-rata paling rendah hingga tahun 2017 ada pada perbaikan simpang dengan bundaran sebesar 3,57 detik/smp. Besaran Tundaan tahun 2017 pada perbaikan simpang dengan bundaran memiliki nilai sangat kecil dibandingkan dengan keadaan eksisting yang memiliki tundaan rata-rata sebesar 816,22 detik/smp.

BAB VII

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 SIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan pada Simpang Bersinyal Palbapang, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Hasil perhitungan analisis kondisi eksisting diperoleh hasil derajat kejenuhan yang sudah tidak memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,37. Adapun persyaratan nilai DS standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 tidak boleh melebihi 0,75,
2. Peningkatan kinerja simpang bersinyal simpang Palbapang dilakukan dengan perubahan fase, perbaikan geometri dan perbaikan dengan bundaran agar memenuhi persyaratan MKJI 1997,
3. Perbaikan simpang dengan perubahan fase diperoleh hasil derajat kejenuhan yang sudah tidak memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,84,
4. Perbaikan simpang dengan perubahan geometri menghasilkan derajat kejenuhan yang memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,69 pada tahun 2012. Setelah tahun 2012 derajat kejenuhan rata-rata sudah tidak memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997,
5. Peningkatan Kinerja simpang dengan perubahan fase dan geometri diperoleh hasil derajat kejenuhan yang memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,61 pada tahun 2012. Tetapi derajat kejenuhan rata-rata hanya dapat memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 hingga tahun 2013,
6. Perubahan simpang dengan bundaran diperoleh hasil derajat kejenuhan yang memenuhi standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan

derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,32 pada tahun 2012. Masa pelayanan bundaran dengan Derajat Kejenuhan standar MKJI 1997 dapat bertahan hingga 8 tahun. Tetapi setelah tahun 2020 derajat kejenuhan rata-rata sudah melebihi 0,75,

7. Perbaikan kinerja simpang Palbapang dengan beberapa alternatif yang memiliki kinerja terbaik dengan kapasitas tinggi, derajat kejenuhan rata rendah dan tundaan lalu lintas yang rendah adalah perbaikan dengan bundaran.

7.2 SARAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data pada simpang Palbapang serta pengamatan terhadap kondisi eksisting di lapangan, maka penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diupayakan agar pemilihan alternatif perbaikan simpang dengan melihat kemampuan mengatasi masalah hingga masa mendatang, maka pemilihan perbaikan dengan bundaran menjadi pilihan yang tepat karena dapat melayani dengan standar MKJI hingga tahun 2020,
2. Pemilihan perbaikan simpang dapat dilakukan bertahap sesuai dengan kebutuhan pelayanan simpang, sehingga untuk melayani hingga tahun 2013 hanya cukup dengan perbaikan geometri kemudian dapat ditambahkan dengan perubahan fase jika kinerjanya masih belum mencukupi dan setelah tahun 2014 dapat dilakukan perbaikan dengan bundaran dengan masa pelayanan hingga 2020,
3. Selain peningkatan kinerja simpang, diharapkan juga mengendalikan laju pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan ditingkatkannya penggunaan angkutan massal sehingga masa pelayanan simpang sesuai dengan standar MKJI tidak lebih pendek dari yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO . (2001). *Geometric Design for Highway and Streets*.
- Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: UMM Press.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Sensus Laju Pertumbuhan Penduduk Jawa Tengah*. Dipetik Januari 2, 2013, dari Badan Pusat Statistik:
<http://sp2010.bps.go.id/index.php/site?id=33&wilayah=Jawa-Tengah>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2012). *Jawa Tengah dalam angka 2012*. Dipetik Desember 2, 2012, dari BPS Provinsi Jawa Tengah:
<http://jateng.bps.go.id/Publikasi%20Terbit/2012/jawa%20tengah%20dalam%20angka%202012/index.html>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1992). *Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan*. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. (2009). *Panduan Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan*. Jakarta. Dipetik Februari 20, 2013, dari
<http://www.hubdat.web.id/component/rokdownloads/328-pedoman-teknis-panduan-penempatan-fasilitas-perengkapan-jalan>
- Hariyanto, J. (2004). *Sistem Pengendalian Lalu Lintas Pada Pertemuan Jalan Sebidang*. Dipetik November 16, 2012, dari
<http://library.usu.ac.id/download/ft/sipil-joni%20hariano2.pdf>
- Hobbs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Jannatin, R. Z. (2011). *Perancangan dan Evaluasi Kinerja Bundaran. Tugas Akhir*. Yogyakarta: (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 631 . (2009). *Tentang Penetapan Ruas-Ruas Jalan Menurut Statusnya Sebagai Jalan Nasional*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan No 14 Tahun 2006. (2006). *Manajemen dan Rekayasa Lalulintas di Jalan*. Jakarta.

- Keputusan Menteri Perhubungan No 17 Tahun 1991 . (1991). *Rambu Lalu Lintas Di jalan Raya*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan No 60 Tahun 1993. (1993). *Tentang Marka Jalan*. Jakarta.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi* (3rd ed., Vol. I). (L. Simarmata, Penyunt., & F. Miro, Penerj.) Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kusdiyanto, H. (2010). Kinerja Simpang Empat Bersinyal Mirota Kampus UGM Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia.
- Malkamah, S. (1994). *Survey, Volume Lalu Lintas, dan Pengantar Manajemen Lalu Lintas*,. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Mannering, F. L., & Kilaresti, W. P. (2008). *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*. John Wiley and Son. Inc.
- Munawar, A. (2004). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- O'Flaherty, C. (1997). *Transport Planning and Traffic Enginnering*. New York: John Wiley & Son, Inc.
- Oglesby, C. H., & Hicks, R. G. (1988). *Teknik Jalan Raya* (4th ed., Vol. I). (P. Setianto, Penerj.) Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Oglesby, C. H., & Hicks, R. G. (1996). *Teknik Jalan Raya* (2nd ed., Vol. II). (P. Setianto, Penerj.) Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. (2008, Februari 4). Dipetik Desember 26, 2012, dari Kamus Besar Bahasa Indonesia: <http://kbbi.web.id/>
- Putranto, L. S. (2008). *Rekayasa Lalul Lintas*. PT. Macanan Jaya Cemerlang.
- Putri , I. Y. (2011). Analisis Simpang Bersinyal Condongcatur Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia.
- Salter, R. J. (1980). *Highway Traffic Analysis And Design*. London: The Macmillian Press Ltd.
- Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009. (2009). *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27 Oktober 2012 dari Arah Utara

Hari dan tanggal: Sabtu, 27 Oktober 2012
 Simpang: Palbapang
 Dari: Utara

WAKTU	L TOR			ST			RT			Jumlah Kendaraan Bermotor	JUMLAH
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV		
11.00-11.15					140	57	238	3	57	514	517
11.15-11.30					173	54	308	2	54	614	616
11.30-11.45					186	44	298	2	44	587	589
11.45-12.00					178	47	302	2	47	595	598
12.00-12.15					210	70	238	1	70	607	608
12.15-12.30					177	51	288	1	51	579	580
12.30-12.45					187	55	288	1	55	596	598
12.45-13.00					199	48	561	1	48	873	874
total	0	0	0	0	1450	426	2521	13	426	4965	4980

waktu	HV			LV			MC			Total			Jumlah Total Kendaraan			UM		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
11.00-12.00	0	202	23	0	677	202	0	1146	60	0	2025	285	2310	0	9	0	9	1
11.15-12.15	0	215	27	0	747	215	0	1146	53	0	2108	295	2403	0	7	0	7	1
11.30-12.30	0	212	25	0	751	212	0	1126	42	0	2089	279	2368	0	6	0	6	1
11.45-12.45	0	223	23	0	752	223	0	1116	40	0	2091	286	2377	0	5	0	5	2
12.00-13.00	0	224	24	0	773	224	0	1375	35	0	2372	283	2655	0	4	0	4	1

**Lampiran 2: Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27
Oktober 2012 dari Arah Selatan**

Hari dan tanggal: Sabtu, 27 Oktober 2012
Simpang: Palbapang
Dari: Selatan

NO	WAKTU	LTOR				ST				RT				Jumlah Kendaraan Bermotor	JUMLAH
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
1	11.00-11.15	55	17	76	2	190	58	256	2					652	656
2	11.15-11.30	45	10	48	4	162	45	272	1					582	587
3	11.30-11.45	48	17	59	3	166	50	241	2					581	586
4	11.45-12.00	44	10	81	2	169	63	272	1					639	642
5	12.00-12.15	55	10	107	5	158	57	304	2					691	698
6	12.15-12.30	57	10	100	2	169	71	370	5					777	784
7	12.30-12.45	45	6	88	2	198	56	432	2					825	829
8	12.45-13.00	36	10	72	1	175	58	420	5					771	777
	total	385	90	631	21	1387	458	2567	20	0	0	0	0	5518	5559

NO	waktu	HV			LV			MC			Total			Jumlah Total Kendaraan		UM	
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	LT	ST
1	11.00-12.00	54	216	0	192	687	0	264	1041	0	510	1944	0	2454	11	6	0
2	11.15-12.15	47	215	0	192	655	0	295	1089	0	534	1959	0	2493	14	6	0
3	11.30-12.30	47	241	0	204	662	0	347	1187	0	598	2090	0	2688	12	10	0
4	11.45-12.45	36	247	0	201	694	0	376	1378	0	613	2319	0	2932	11	10	0
5	12.00-13.00	36	242	0	193	700	0	367	1526	0	596	2468	0	3064	10	14	0

Lampiran 3 : Arus Lalu Lintas di Sore Hari pada Hari Sabtu, 27 Oktober 2012 dari Arah Barat

Hari dan tanggal: Sabtu, 27 Oktober 2012
 Simpang: Palbapang
 Dari: Barat

NO	WAKTU	LTOR				ST				RT				Jumlah Kendaraan Bermotor	JUMLAH
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
1	11.00-11.15	2	10	81						66	15	81	1	255	256
2	11.15-11.30	3	3	65						54	15	65		205	205
3	11.30-11.45	2	16	84	12					84	27	84	1	297	310
4	11.45-12.00	6	13	80	2					77	2	80		258	260
5	12.00-12.15	4	6	96						72	18	96	1	292	293
6	12.15-12.30	2	4	101						57	15	101	1	280	281
7	12.30-12.45	6	5	96						49	10	96	1	262	263
8	12.45-13.00	4	10	104	1					100	20	104	1	342	344
	total	29	67	707	15	0	0	0	0	559	122	707	6	2191	2212

NO	waktu	HV			LV			MC			Total			Jumlah Total Kendaraan			UM		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
1	11.00-12.00	42	0	59	13	0	281	310	0	310	365	0	650	1015	14	0	14	0	2
2	11.15-12.15	38	0	62	15	0	287	325	0	325	378	0	674	1052	14	0	14	0	2
3	11.30-12.30	39	0	62	14	0	290	361	0	361	414	0	713	1127	14	0	14	0	3
4	11.45-12.45	28	0	45	18	0	255	373	0	373	419	0	673	1092	2	0	2	0	3
5	12.00-13.00	25	0	63	16	0	278	397	0	397	438	0	738	1176	1	0	1	0	4

Lampiran 4 : Analisis Simpang Palbapang Keadaan Eksisting (1 dari 5)

SIG I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I		Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Simpang : Palbapang Ukuran kota : 1,2 juta Perihal : 3 fase Periode : jam puncak sore	Ditangani oleh : Denni Permana Putra

Kode pendekatan	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekatan (m)			
							Pendekat WA	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri langsung W _{LOTR}	Keluar W _{KELUAR}
U	RES	R	Ya	0	Tidak	0	9	7	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	7	3	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	3,5	7	3	6,33

[illegible]

**Lampiran 4 : Analisis Simpang Palbapang Keadaan Eksisting
(3 dari 5)**

SIG III

SIMPANG BERSINVAL Formulir SIG - III			Tanggal : 27 Oktober 2012							
WAKTU ANTAR HIAU			Ditangani oleh : Denni Permana Putra							
WAKTU HILANG			Kota : Magelang							
			Simpang : Palbapang Magelang							
			Perihal : 3 fase							
LALU LINTAS BERANGKAT			LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat		U	S	T	B			
U		Kecepatan V_A m/det	10		10	10	10			
		Jarak berangkat-datang [m]*								
	10	Waktu berangkat-datang (det)**								
S		Jarak berangkat-datang [m]								
	10	Waktu berangkat-datang (det)								
		Jarak berangkat-datang [m]								
B		Waktu berangkat-datang (det)								
	10	Jarak berangkat-datang [m]								
		Waktu berangkat-datang (det)								
		Jarak berangkat-datang [m]								
	10	Waktu berangkat-datang (det)								
		Jarak berangkat-datang [m]								
		Waktu berangkat-datang (det)								
	10	Jarak berangkat-datang [m]								
		Waktu berangkat-datang (det)								
		Jarak berangkat-datang [m]								
	10	Waktu berangkat-datang (det)								
		Jarak berangkat-datang [m]								
			Penentuan waktu merah semua							
			Fase 1 --> Fase 2							4
			Fase 2 --> Fase 3							4
			Fase 3 --> Fase 1							5
			Waktu kuning total (...det/fase)							9
			Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)							22

**Lampiran 4 : Analisis Simpang Palbapang Keadaan Eksisting
(4 dari 5)**

SIG IV

[illegible]

Lampiran 4 : Analisis Simpang Palbapang Keadaan Eksisting (5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra							
Formulir SIG - V :				Kota : Magelang				Perihal : 3 fase							
PANJANG ANTRIAN				Simpang : Palbapang				Periode : jam puncak sore							
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI				Waktu siklus : 137											
TUNDAAN															
Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N _{SV}	Tundaan					
					NQ ₁	NQ ₂	Total NQ ₁ +NQ ₂ =NQ			NQ _{MAX}	Panjang Antrian (m)	Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D=DT+DG	Tundaan total smp det DxQ
U	1601,4	940	1,704	0,219	332,56	78,2	410,7	616,0669	1760	7,354	11776	1317,0	15,7	1332,7	593
S	1319,8	838	1,575	0,511	242,76	129,5	372,2	558,3179	3722	8,086	10672	1085,8	17,0	1102,9	404
B	439,3	522	0,842	0,109	2,06	16,9	18,9	28,40267	81	1,236	543	45,8	4,4	50,3	6
LTOR(...)	851											0	6	6	5106
Arus kor.Qkor		3360,5							Total	22991				Total	1003
Arus total Qtot	0,933472		1,39059305						Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	6,84				Tundaan simpang rata-rata (det/smp)	1074,78

Lampiran 5 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase (1 dari 5)

SIGI

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN				Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra				
				Kota : Magelang						
				Simpang : Palbapang						
				Ukuran kota : 1,2 juta						
				Perihal : 3 fase						
				Periode : jam puncak sore						

Lampiran 5 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase (2 dari 5)

SIG II

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra					
Formulir SIG - II				Kota : Magelang									
ARUS LALU LINTAS				Simpang : Palbapang				Perihal : 3 fase					
				Periode : jam puncak Sore									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									
				Kend.TAK BERMOTOR									

Lampiran 5 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase (4 dari 5)

SIG IV

[illegible]

Lampiran 5 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase (5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra									
Formulir SIG - V :		Kota : Magelang				Perihal : 3 fase									
PANJANG ANTRIAN		Simpang : Palibapang				Periode : jam puncak sore									
Jumlah Kendaraan Terhenti		Waktu siklus : 143													
TUNDAAN															
Kode pendekatan	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N _{sv}	Tundaan					
					NQ ₁	NQ ₂	Total NQ ₁ +NQ ₂ = NQ			Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D= DT+DG	Tundaan total smp det DxQ		
U-ST 1	1063,8	1404	0,758	0,597	1,06	31,1	32,2	48,28432	241	0,868	923	23,9	3,5	27,4	8
U-ST 2	275,4	363	0,758	0,155	1,04	10,5	11,5	17,28973	86	1,200	330	68,2	4,8	73,0	6
U-RT	262,2	346	0,758	0,156	1,04	10,0	11,0	16,52834	110	1,205	316	68,6	3,6	72,2	5
S	1319,8	1305	1,011	0,597	22,23	53,4	75,6	113,3772	567	1,642	2167	61,3	5,8	67,1	25
B	439,3	580	0,758	0,122	1,05	16,9	18,0	26,92587	77	1,172	515	6,5	3,7	10,2	1
LTOR(,)	441,1														
Arus kor.Qkor		3361													
Arus total Qtot	0,933472									Total	4251			Total	45
											1,27			Tundaan simpang rata-rata (det/smp)	47,99

Lampiran 6 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (1 dari 5)

SIGI

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I		Tanggal : 27 Oktober 2012	Ditangani oleh : Denni Permiana Putra
GEOMETRI		Kota : Magelang	
PENGATURAN LALU LINTAS		Simpang : Palbapang	
LINGKUNGAN		Ukuran kota : 1,2 juta	
		Perihal : 3 fase	
		Periode : jam puncak sore	

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat Wa	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri langsung W _{LOTR}	Keluar W _{KELUAR}
U-ST 1	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	4	0	9
U-ST 2	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	4	0	9
U RT	RES	R	Ya	0	Tidak	0	3	3	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	7	4	2	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	10	7	3	6,33

BIMBANG BERSINYAL			Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra												
Formulir SIG - II			Kota : Magelang														
ARUS LALU LINTAS			Simpang : Palbapang		Perihal : 3 fase												
					Periode : jam puncak Sore												
Kode pen- dekatan	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND. TAK BERMOTOR					
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total		Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV				
		emp terlindungi = 1,0 emp terlawan = 1,0		emp terlindungi = 1,3 emp terlawan = 1,3		emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4		MV		p LITOR							
		Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlawan	p RT							
J ST 1	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00					
	ST	755,322	755,3218	755,3218	220,3002	286,3903	286,3903	1366,129	273,2257	546,4515	2341,751	1314,938	1588,164			4	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0,00		0	
	Total	755,322	755,3218	755,3218	220,3002	286,3903	286,3903	1366,129	273,2257	546,4515	2341,751	1314,938	1588,164			4	0,002
J ST 2	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00			
	ST	350	350	350	100	130	130	600	120	240	1050	600	720			0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0,00		0	
	Total	350	350	350	100	130	130	600	120	240	1050	600	720			0	0,000
J ST 3	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00			
	ST	320	320,3002	320,3002	34	44,61325	44,61325	50	10,00938	20,01876	404,665	374,9229	384,9322			1	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	
	Total	320,3	320,3002	320,3002	34,31788	44,61325	44,61325	50,04691	10,00938	20,01876	404,665	374,9229	384,9322			1,429911769	0,004
S	LTOR	276	275,973	275,973	51	66,91987	66,91987	525	104,9555	209,911	852,2274	447,8484	552,8039	0,19		14	
	ST	1.001	1000,938	1000,938	346	449,8502	449,8502	2.182	436,4091	872,8181	3529,022	1887,198	2323,607			20	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0,00		0	
	Total	1276,91	1276,911	1276,911	397,5155	516,7701	516,7701	2706,823	541,3646	1082,729	4381,25	2335,046	2876,411			34,31788246	0,008
B	LTOR	23	22,87859	22,87859	36	46,47213	46,47213	568	113,535	227,07	626,3014	182,8857	296,4207	0,23		20	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	
	RT	398	397,5155	397,5155	90	117,1098	117,1098	568	113,535	227,07	1055,275	628,1602	741,6952			0,77	6
	Total	420,394	420,3941	420,3941	125,8322	163,5819	163,5819	1135,35	227,07	454,14	1681,576	811,046	1038,116			25,73841184	0,015

Lampiran 6 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (3 dari 5)

SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III WAKTU ANTAR HIAU WAKTU HILANG		Tanggal : 27 Oktober 2012 Ditangani oleh : Denni Permana Putra Kota : Magelang Simpang : Palbapang Magelang Perihal : 3 fase					
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	U	S	T	B	
U	10	Kecepatan V_A m/det	10	10	10	10	
		Jarak berangkat-datang (m)*					
		Waktu berangkat-datang (det)**					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
B	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Penentuan waktu merah semua					
		Fase 1 --> Fase 2					3
		Fase 2 --> Fase 3					3
		Fase 3 --> Fase 1					3
		Waktu kuning total (...det/fase)					9
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)					18

Lampiran 6 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2015 (5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012					Ditangani oleh : Denni Permana Putra						
Formulir SIG - V :				Kota : Magelang					Perihal : 3 fase						
				Simpang : Palbapang					Periode : jam purcak sore						
				Waktu siklus : 143											
PANJANG ANTRIAN															
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI															
TUNDAAN															
Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ MAX				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D= DT+DG	Tundaan total smp det DxQ
U-ST 1	1314,938	1404	0,937	0,597	6,06	47,8	53,9	80,78921	404	1,174	1544	41,9	4,7	46,6	17
U-ST 2	600	363	1,651	0,155	120,01	27,1	147,1	220,6334	1103	7,029	4217	1257,3	281	1285,4	214
U-RT	374,9229	346	1,083	0,156	19,59	15,1	34,7	52,09866	347	2,656	996	265,2	0,7	265,9	28
S	1887,198	1305	1,446	0,597	293,02	220,8	513,8	770,7509	3854	7,807	14733	808,1	23,4	831,5	436
B	628,1602	580	1,083	0,122	29,85	25,3	55,1	82,68819	236	2,516	1581	185,4	1,0	186,3	33
LITOR(...)	630,7341														
Arus kor:Qkor		4805													
Arus total Qtot	1,334783														
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp											Total 23071	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			
											4,80	Total			
												727			
												544,92			

Lampiran 7 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017 (1 dari 5)

SIG I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I			Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN			Kota : Magelang			
			Simpang : Palbapang			
			Ukuran kota : 1,2 juta			
			Perihal : 3 fase			
			Periode : jam puncak sore			

Lampiran 7 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017 (2 dari 5)

SIG II

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denmi Permiana Putra							
Formulir SIG - II				Kota : Magelang											
ARUS LALU LINTAS				Simpang : Palbapang				Perihal : 3 fase							
								Periode : jam puncak Sore							
Kode per- dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND. TAK BERMOTOR			
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total MV		Rasio berbelok	Arus UM	Rasio UM/MV			
		emp terlindungi = 1,0 emp terlawan = 1,0		emp terlindungi = 1,3 emp terlawan = 1,3		emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4									
		Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	p LTOR			p RT		
		Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan				
	U ST 1	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
		ST	952,905	952,9049	365,9941	365,9941	1695,465	339,0929	678,1859	2929,903	1657,992	1997,085			7
		RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
	Total		952,905	952,9049	365,9941	365,9941	1695,465	339,0929	678,1859	2929,903	1657,992	1997,085			0,002
	U ST 2	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
		ST	450	450	125	162,5	800	160	320	1375	772,5	932,5			0
		RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
	Total		450	450	125	162,5	800	160	320	1375	772,5	932,5			0,000
	U RT	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0
		ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		RT	407	406,5339	44	56,62436	56,62436	64	12,70418	25,40837	513,612	475,8624	488,5666	1,00	2
	Total		406,534	406,5339	43,5572	56,62436	56,62436	63,52092	12,70418	25,40837	513,612	475,8624	488,5666		1,814883426
S	LTOR	350	350,2725	350,2725	84,93654	84,93654	666	133,2124	266,4249	1081,671	568,4215	701,6339	0,19		18
		ST	1.270	1270,418	1270,418	439	570,9623	570,9623	2.770	553,9024	1107,805	4479,132	2395,283	2949,186	25
		RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
	Total		1620,69	1620,691	1620,691	504,5376	655,8989	655,8989	3435,574	687,1149	1374,23	5560,803	2963,705	3650,819	
B	LTOR	29	29,03813	29,03813	45	58,98371	58,98371	721	144,1017	288,2035	794,9189	232,1236	376,2253	0,23	25
		ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
		RT	505	504,5376	504,5376	114	148,639	148,639	721	144,1017	288,2035	1339,384	797,2783	941,38	7
	Total		533,576	533,5757	533,5757	159,7097	207,6227	207,6227	1441,017	288,2035	576,407	2134,303	1029,402	1317,605	

Lampiran 7 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017 (3 dari 5)

SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III WAKTU ANTAR HIAU WAKTU HILANG		Tanggal : 27 Oktober 2012 Ditangani oleh : Denni Permana Putra Kota : Magelang Simpang : Palbapang Magelang Perihal : 3 fase					
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V _E m/det	Pendekat	Kecepatan V _A m/det	U	S	T	B
U	10	Jarak berangkat-datang (m)*		10	10	10	10
		Waktu berangkat-datang (det)**					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
B	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Penentuan waktu merah semua					
		Fase 1 --> Fase 2					
		Fase 2 --> Fase 3					
		Fase 3 --> Fase 1					
		Waktu kuning total (...det/fase)					
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)					
		3					
		3					
		3					
		9					
		18					

[illegible]

Lampiran 7 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase pada Tahun 2017 (5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINVAL				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra			
Formulir SIG - V :				Kota : Magelang				Perihal : 3 fase			
				Simpang : Palbapang				Periode : jam puncak sore			
				Waktu siklus : 143							

Lampiran 8 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri (1 dari 5)

SIG I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I		Tanggal : 27 Oktober 2012	Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN		Kota : Magelang		
		Simpang : Palbapang		
		Ukuran kota : 1,2 juta		
		Perihal : 3 fase		
		Periode : jam puncak sore		

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping <small>Tinggi/rendah</small>	Median <small>Ya/Tidak</small>	Kelandaian <small>+/- %</small>	Belok kiri <small>Ya/tidak</small>	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat <small>WA</small>	Masuk <small>WMASUK</small>	Belok kiri <small>langsung WLOTR</small>	Keluar <small>WKELUAR</small>
U	RES	R	Ya	0	Tidak	0	12	12	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra										
Formulir SIG - II		Kota : Magelang												
ARUS LALU LINTAS		Simpang : Palbapang		Perihal : 3 fase										
				Periode : jam puncak Sore										
		ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												
Kode jenis- sekat	Arah	Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor		Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV	KEND.TAK BERMOTOR
		emp terlindungi = 1,0 emp terlarwan = 1,0		emp terlindungi = 1,3 emp terlarwan = 1,3		emp terlindungi = 0,2 emp terlarwan = 0,4		total MV						
		Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlarwan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlarwan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlarwan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung Terlarwan	p LITOR	p RT			
J	L TOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	ST	773	773	224	291,2	291,2	1375	275	550	2372	1339,2	1614,2	4	
	RT	224	224	24	31,2	31,2	35	7	14	283	262,2	269,2	0,16	1
	Total	997	997	248	322,4	322,4	1410	282	564	2655	1601,4	1883,4	5	0,002
S	L TOR	193	193	36	46,8	46,8	367	73,4	146,8	596	313,2	386,6	0,19	10
	ST	700	700	242	314,6	314,6	1526	305,2	610,4	2468	1319,8	1625	14	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	Total	893	893	278	361,4	361,4	1893	378,6	757,2	3064	1633	2011,6	24	0,008
3	L TOR	16	16	25	32,5	32,5	397	79,4	158,8	438	127,9	207,3	0,23	14
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RT	278	278	63	81,9	81,9	397	79,4	158,8	738	439,3	518,7	0,77	4
	Total	294	294	88	114,4	114,4	794	158,8	317,6	1176	567,2	726	18	0,015

Lampiran 8 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri (4 dari 5)

SIG I

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
Formulir SIG - I		Kota : Magelang			
GEOMETRI		Simpang : Palbapang			
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran kota : 1,2 juta			
LINGKUNGAN		Perihal : 3 fase			
		Periode : jam puncak sore			

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			Keluar WKELUAR
							Pendekat WA	Masuk WMASUK	Belok kiri langsung WLOTR	
U	RES	R	Ya	0	Tidak	0	12	12	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

Lampiran 8 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri

(5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINVAL		Tanggal : 27 Oktober 2012					Ditangani oleh : Denni Perdana Putra		
Formulir SIG - V :		Kota : Magelang					Perihal : 3 fase		
		Simpang : Palbapang					Periode : jam puncak sore		
		Waktu siklus : 93							
Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Tundaan	
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQmax	Antrian (m) QL
U	1601,4	2294	0,698	0,312	0,65	36,4	37,0	55,56942	93
S	1319,8	1905	0,693	0,387	0,63	28,6	29,2	43,77598	97
B	439,3	659	0,667	0,108	0,50	10,9	11,4	17,11219	38
LTOR(,...)	441,1								
Arus kor Qkor		4857							
Arus total Qtot	0,933472								
					Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp			Total	
								2226	
								0,66	
								Tundaan simpang rata-rata (det/smp)	
								Total	
								36	
								38,72	

Lampiran 9 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2015 (1 dari 5)

SIGI

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I				Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang		Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN				Simpang : Palbapang Ukuran kota : 1,2 juta Perihal : 3 fase Periode : jam puncak sore			

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping <small>Tinggi/rendah</small>	Median <small>Ya/Tidak</small>	Kelandaian <small>+/- %</small>	Belok kiri <small>Ya/tidak</small>	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat <small>WA</small>	Masuk <small>WMASUK</small>	Belok kiri <small>langsung WLOTR</small>	Keluar <small>WKELUAR</small>
U	RES	R	Ya	0	Tidak	0	12	12	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

Lampiran 9 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2015 (2 dari 5)

SIG II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - II ARUS LALU LINTAS		Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra													
		Kota : Magelang															
		Simpang : Palbapang		Perihal : 3 fase													
				Periode : jam puncak Sore													
Kode pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND.TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total				Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV		
		emp terlindungi = 1,0 emp terlawan = 1,0		emp terlindungi = 1,3 emp terlawan = 1,3		emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4		MV									
		Kend/ jam	smp/jam Terlindung	Kend/ jam	smp/jam Terlawan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung	Kend/ jam	smp/jam Terlawan	Kend/ jam	smp/jam Terlindung	smp/jam Terlawan	p LTOR	p RT	kend/ jam		
U	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00			0		
	ST	1.105	1105,322	320	415,3903	416,3903	1.966	393,2257	786,4515	3391,751	1914,938	2308,164			6		
	RT	320	320,3002	34	44,61325	44,61325	50	10,00938	20,01876	404,665	374,9229	384,9322	0,16		1		
	Total	1425,62	1425,622	354,6181	461,0036	461,0036	2016,176	403,2351	806,4702	3796,416	2289,861	2693,096		7,149558845	0,002		
S	LTOR	276	275,973	51	66,91987	66,91987	525	104,9555	209,911	852,2274	447,8484	552,8039	0,19		14		
	ST	1.001	1000,938	346	449,8502	449,8502	2.182	436,4091	872,8181	3529,022	1887,198	2323,607			20		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	Total	1276,91	1276,911	397,5155	515,7701	516,7701	2706,823	541,3646	1082,729	4381,25	2335,046	2876,411		34,31788246	0,008		
B	LTOR	23	22,87859	36	46,47213	46,47213	568	113,535	227,07	626,3014	182,8857	296,4207	0,23		20		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	398	397,5155	90	117,1098	117,1098	568	113,535	227,07	1055,275	628,1602	741,6952		0,77	6		
	Total	420,394	420,3941	125,8322	163,5819	163,5819	1135,35	227,07	454,14	1681,576	811,046	1038,116		25,73841184	0,015		

Lampiran 9 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2015 (3 dari 5)

SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG		Tanggal : 27 Oktober 2012 Ditangani oleh : Denni Permana Putra Kota : Magelang Simpang : Palbapang Magelang Perihal : 3 fase						
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (det)	
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	U	S	T	B		
		Kecepatan V_A m/det	10	10	10	10		
U	10	Jarak berangkat-datang (m)*						
		Waktu berangkat-datang (det)**						
S	10	Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
B	10	Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Penentuan waktu merah semua Fase 1 --> Fase 2 Fase 2 --> Fase 3 Fase 3 --> Fase 1						3 3 3
		Waktu kuning total (...det/fase) Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)						9 18

Lampiran 9 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2015 (4 dari 5)

SIG IV

[illegible]

**Lampiran 10 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Geometri pada Tahun 2017 (1 dari 5)**

SIGI

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
Formulir SIG - I		Kota : Magelang			
GEOMETRI		Simpang : Palbapang			
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran kota : 1,2 juta			
LINGKUNGAN		Perihal : 3 fase			
		Periode : jam puncak sore			

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat WA	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri langsung W _{LOTR}	Keluar W _{KELUAR}
U	RES	R	Ya	0	Tidak	0	12	12	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

[illegible]

Lampiran 10 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2017 (3 dari 5)

SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG		Tanggal : 27 Oktober 2012 Ditangani oleh : Denni Permana Putra Kota : Magelang Simpang : Palbapang Magelang Perihal : 3 fase				
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG				
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	U	S	T	B
		Kecepatan V_A m/det	10	10	10	10
U	10	Jarak berangkat-datang (m)*				
		Waktu berangkat-datang (det)**				
S	10	Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
B	10	Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (det)				
		Penentuan waktu merah semua				
		Fase 1 --> Fase 2				
		Fase 2 --> Fase 3				
		Fase 3 --> Fase 1				
		Waktu kuning total (...det/fase)				
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)				
		18				

Lampiran 10 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2017 (4 dari 5)

SIG IV

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal : 27 Oktober 2012			Ditangani oleh : Denni Permana Putra														
Formulir SIG - IV :			Kota : Magelang			Perihal : 3 fase														
PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS			Simpang : Magelang			Periode : jam puncak sore														
Kode	Hijau dalam fase no.	Tipe pen-dekat	Rasio kendaraan berbelok	Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Nilai dasar smp/jam hijau S ₀	Arus jenuh smp/jam hijau					Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FR _{rit}	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam S x g/c C	Derajat kejenuhan Q/C		
				Arah diri	Arah lawan			Faktor-faktor penyesuaian			Nilai disuaikan smp/jam hijau S									
								Ukuran kota F _{CS}	Hambatan samping F _{sf}	Kelangan F _G	Parkir F _P	Belok kanan RT F _{RT}	Belok kiri RT F _{RT}	Hanya tipe P Belok kiri RT F _{RT}						
U	3 P	0,00		0,17		12	7200	1	0,98	1	1	1,045	1,000	7372	2673,677	0,363	0,3702	29	2299	1,163
S	1 P	0,19		0,00		9	5400	1	0,94	1	1	1,000	0,969	4920	2395,283	0,487	0,497	36	1905	1,258
B	2 P	0,23		0,77		9	5400	1	0,98	1	1	1,201	0,964	6128	797,2783	0,130	0,1328	10	659	1,210
																				1,210

Lampiran 10 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri pada Tahun 2017 (5 dari 5)

SIG V

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani Oleh : Denni Permana Putra							
PANJANG ANTRIAN				Kota : Magelang				Perihal : 3 fase							
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI				Simpang : Palbapang				Periode : jam purcak sore							
TUNDAAN				Waktu siklus : 93											
Kode pendekatan	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2= NQ				NQ MAX	Tundaan rata-rata det/smp DT	Tundaan geo- metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D= DT+DG	Tundaan total smp det DxDQ
U	2673,677	2299	1,163	0,312	191,36	74,6	265,9	398,9038	665	2,852	7625	341,6	7,4	349,0	259
S	2395,283	1905	1,258	0,387	248,24	73,9	322,1	483,2219	1074	3,856	9237	510,6	9,3	519,8	346
B	797,2783	659	1,210	0,108	72,39	21,1	93,5	140,2852	312	3,363	2682	447,2	8,3	455,6	101
LTOR(,...)	441,1														
Arus kor.Qkor		4862													
Arus total Qtot	1,629511														
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp										Total	19543	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			706
											3,33				433,26

Lampiran 11 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri (1 dari 5)

SIG I

SIMPANG BERSINYAL				Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra	
Formulir SIG - I							
GEOMETRI							
PENGATURAN LALU LINTAS							
LINGKUNGAN							
Perihal : 3 fase							
Periode : jam puncak sore							

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W _A	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri langsung W _{LOTR}	Keluar W _{KELUAR}
U-ST 1	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U-ST 2	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U RT	RES	R	Ya	0	Tidak	0	3	3	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

Lampiran 11 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri (2 dari 5)

SIG II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - II				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra							
ARUS LALU LINTAS				Kota : Magelang				Perihal : 3 fase							
				Simpang : Palbapang				Periode : jam puncak Sore							
Kode pen- dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												KEND.TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total		Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV		
		emp terlindungi = 1,0 emp terlawan = 1,0	emp terlindungi = 1,3 emp terlawan = 1,3	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4	emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4						
Kend/jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/jam	smp/jam Terlindung Terlawan	Kend/jam	smp/jam Terlindung Terlawan	p LTOR	p RT	kend/jam			
U ST 1	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	ST	613	613	178	231,4	1097	219,4	438,8	1888	1063,8	1283,2		4		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	Total	613	613	178	231,4	1097	219,4	438,8	1888	1063,8	1283,2		4		
U ST 2	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	ST	160	160	46	59,8	278	55,6	111,2	484	275,4	331		0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	Total	160	160	46	59,8	278	55,6	111,2	484	275,4	331		0		
U RT	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
	RT	224	224	24	31,2	35	7	14	283	262,2	269,2	1,00	1		
	Total	224	224	24	31,2	35	7	14	283	262,2	269,2		1		
S	LTOR	193	193	36	46,8	367	73,4	146,8	596	313,2	386,6	0,19	10		
	ST	700	700	242	314,6	1526	305,2	610,4	2468	1319,8	1625		14		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0		
	Total	893	893	278	361,4	1893	378,6	757,2	3064	1633	2011,6		24		
B	LTOR	16	16	25	32,5	397	79,4	158,8	438	127,9	207,3	0,23	14		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
	RT	278	278	63	81,9	397	79,4	158,8	738	439,3	518,7	0,77	4		
	Total	294	294	88	114,4	794	158,8	317,6	1176	567,2	726		18		
													0,015		

Lampiran 11 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Fase dan Geometri (3 dari 5)

SIG III

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012					Waktu merah semua (det)	
Formulir SIG - III		Ditangani oleh : Denni Permana Putra						
WAKTU ANTAR HIAU		Kota : Magelang						
WAKTU HILANG		Simpang : Palbapang Magelang						
		Perihal : 3 fase						
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	V_A m/det	U	S	T	B	
		Kecepatan		10	10	10	10	
U		Jarak berangkat-datang (m)*						
	10	Waktu berangkat-datang (det)**						
S		Jarak berangkat-datang (m)						
	10	Waktu berangkat-datang (det)						
B		Jarak berangkat-datang (m)						
	10	Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
	10	Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Penentuan waktu merah semua						
		Fase 1 --> Fase 2					3	
		Fase 2 --> Fase 3					3	
		Fase 3 --> Fase 1					3	
		Waktu kuning total (...det/fase)					9	
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)					18	

[illegible]

**Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015
(1 dari 5)**

SIG I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I			Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra					
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN			Kota : Magelang							
			Simpang : Palbapang							
			Ukuran kota : 1,2 juta							
			Perihal : 3 fase							
			Periode : jam puncak sore							
Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat WA	Masuk WMASUK	Belok kiri langsung WLOTR	Keluar WKELUAR
U-ST 1	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U-ST 2	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U RT	RES	R	Ya	0	Tidak	0	3	3	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

**Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015
(2 dari 5)**

SIG II

SIMPANG BERSINVAL Formulir SIG - II				Tanggal : 27 Oktober 2012				Ditangani oleh : Denni Permana Putra							
ARUS LALU LINTAS				Kota : Magelang				Perihal : 3 fase							
				Simpang : Palbapang											
Kode pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND.TAK BERMOTOR			
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total		Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV		
		emp terlindungi = 1,0		emp terlindungi = 1,3		emp terlindungi = 0,2		emp terlindungi = 0,4		p L TOR	p RT				
		Kend/jam	Terlindung	emp/terlindungan = 1,0	emp/terlindungan = 1,3	Kend/jam	Terlindung	emp/terlindungan = 0,2	emp/terlindungan = 0,4					Kend/jam	Terlindung
U ST 1	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST	755,322	755,3218	755,3218	220,3002	286,3903	286,3903	1366,129	273,2257	546,4515	2341,751	1314,938	1588,164		4
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
	Total	755,322	755,3218	755,3218	220,3002	286,3903	286,3903	1366,129	273,2257	546,4515	2341,751	1314,938	1588,164		4
U ST 2	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST	350	350	350	100	130	130	600	120	240	1050	600	720		0
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
	Total	350	350	350	100	130	130	600	120	240	1050	600	720		0
U RT	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RT	320	320,3002	320,3002	34	44,61325	44,61325	50	10,00938	20,01876	404,665	374,9229	384,9322	1,00	1
	Total	320,3	320,3002	320,3002	34,31788	44,61325	44,61325	50,04691	10,00938	20,01876	404,665	374,9229	384,9322		1,429911769
S	LTOR	276	275,973	275,973	51	66,91987	66,91987	525	104,9555	209,911	852,2274	447,8484	552,8039	0,19	14
	ST	1.001	1000,938	1000,938	346	449,8502	449,8502	2.182	436,4091	872,8181	3529,022	1887,198	2323,607		20
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0
	Total	1276,91	1276,911	1276,911	397,5155	516,7701	516,7701	2706,823	541,3646	1082,729	4381,25	2335,046	2876,411		34,31788246
B	LTOR	23	22,87859	22,87859	36	46,47213	46,47213	568	113,535	227,07	626,3014	182,8857	296,4207	0,23	20
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	RT	398	397,5155	397,5155	90	117,1098	117,1098	568	113,535	227,07	1055,275	628,1602	741,6952	0,77	6
	Total	420,394	420,3941	420,3941	125,8322	163,5819	163,5819	1135,35	227,07	454,14	1681,576	811,046	1038,116		25,73841184
															0,015

**Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015
(3 dari 5)**

SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG		Tanggal : 27 Oktober 2012 Ditangani oleh : Denni Permana Putra Kota : Magelang Simpang : Palbapang Magelang Perihal : 3 fase						
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	Kecepatan V_A m/det	U	S	T	B	
				10	10	10	10	
U	10							
S	10							
B	10							
		Penentuan waktu merah semua Fase 1 --> Fase 2 Fase 2 --> Fase 3 Fase 3 --> Fase 1						3 3 3
		Waktu kuning total (...det/fase) Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)						9 18

**Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015
(4 dari 5)**

SIG IV

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal : 27 Oktober 2012			Ditangani oleh : Denni Permata Putra														
Formulir SIG - IV :			Kota : Magelang			Perihal : 3 fase														
PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS			Simpang : Magelang			Periode : jam puncak sore														
Kode pen-delet	Hijau dalam fase no.	Tipe pen-delet	Rasio kendaraan berbelok		Arus RT smp/j	Lebar efektif (m)	Nilai dasar smp/jam hijau S ₀	Arus jenuh smp/jam hijau					Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FR _{crit}	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan		
			p _{LTOR}	p _{LT}				p _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTO}	W _e	Ukuran kota F _{CS}							Hambatan samping F _{SF}	Kelantan- daian F _G
U-ST 1	1 P		0,00		0,00		3600	1	0,98	1	1	1,000	1,000	3528	1314,938	0,373	0,5646	28	1471	0,894
U-ST 2	2 P		0,00		0,00		3600	1	0,98	1	1	1,000	1,000	3528	600	0,170	0,2576	11	575	1,043
U-RT	2 P		0,00		1,00		1800	1	0,98	1	1	1,260	1,000	2223	374,9229	0,169	0,2555	11	363	1,034
S	1 P		0,19		0,00		5400	1	0,94	1	1	1,000	1,000	5076	1887,198	0,372	0,5632	28	2116	0,892
B	3 P		0,23		0,77		5400	1	0,98	1	1	1,000	1,000	5292	628,1602	0,119	0,1798	10	794	0,791
			</																	

**Lampiran 12 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2015
(5 dari 5)**

SIG V

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - V :		PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN		Tanggal : 27 Oktober 2012						Ditangani oleh : Denni Permana Putra					
				Kota : Magelang						Perihal : 3 fase					
				Simpang : Palbapang						Periode : jam puncak sore					
				Waktu siklus : 67											
Kode pendekatan	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N _{sv}	Tundaan			Tundaan total smp det DxQ		
					NQ ₁	NQ ₂	Total NQ ₁ +NQ ₂ = NQ			Panjang Antrian (m) QL	Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo- metrik rata-rata det/smp DG		Tundaan rata-rata det/smp D= DT+DG	
U-ST 1	1314,938	1471	0,894	0,417	3,55	22,6	26,2	39,28559	131	0,968	1273	26,8	3,9	30,6	11
U-ST 2	600	575	1,043	0,163	20,06	11,2	31,3	46,89506	156	2,532	1519	153,6	10,1	163,7	27
U-RT	374,9229	363	1,034	0,163	13,41	7,0	20,4	30,60468	204	2,645	992	161,3	0,7	162,0	17
S	1887,198	2116	0,892	0,417	3,51	32,4	36,0	53,92689	120	0,926	1747	24,0	3,8	27,8	15
B	628,1602	794	0,791	0,150	1,37	11,2	12,6	18,89123	42	0,974	612	33,6	4,1	37,6	7
LTOR(%)	85,1														
Arus kor Qkor		5319								Total	6143	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			76
Arus total Qtot	1,334783										1,28				57,31

**Lampiran 13 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2017
(1 dari 5)**

SIG I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - I		Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang		Ditangani oleh : Denini Permana Putra	
GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN		Simpang : Palbapang Ukuran kota : 1,2 juta Perihal : 3 fase Periode : jam puncak sore			

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping <small>Tinggi/rendah</small>	Median Ya/Tidak	Kelaandaian +/- %	Belok kiri Ya/tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat WA	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri langsung W _{LOTR}	Keluar W _{KELUAR}
U-ST 1	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U-ST 2	RES	R	Ya	0	Tidak	0	6	6	0	9
U RT	RES	R	Ya	0	Tidak	0	3	3	0	9
S	COM	R	Ya	0	Ya	0	12	9	3	7
B	RES	R	Tidak	0	Ya	0	11	9	3	7

**Lampiran 13 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2017
(2 dari 5)**

SIG II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - II ARUS LALU LINTAS		Tanggal : 27 Oktober 2012		Ditangani oleh : Denni Permana Putra										
		Kota : Magelang		Perihal : 3 fase										
		Simpang : Palbapang												
						Periode : jam puncak Sore								
Kode pen- dek	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND. TAK BERMOTOR		
		Kendaraan ringan (LV)		Kendaraan berat (HV)		Sepeda motor (MC)		Kendaraan bermotor total		Rasio berbelok	Arus UM	Rasio UM/MV		
		emp terlindungi = 1,0 emp terlawan = 1,0		emp terlindungi = 1,3 emp terlawan = 1,3		emp terlindungi = 0,2 emp terlawan = 0,4		MV						
		Kend/ jam	smp/jam Terlindung	Kend/ jam	smp/jam Terlindung	Kend/ jam	smp/jam Terlindung	Kend/ jam	smp/jam Terlindung	p LTOR	p RT	kend/ jam		
U ST 1	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	ST	952,905	952,9049	281,5339	365,9941	1695,465	339,0929	678,1859	2929,903	1657,992	1997,085		7	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	Total	952,905	952,9049	281,5339	365,9941	1695,465	339,0929	678,1859	2929,903	1657,992	1997,085		7,259533703	0,002
U ST 2	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	ST	450	450	125	162,5	800	160	320	1375	772,5	932,5		0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	Total	450	450	125	162,5	800	160	320	1375	772,5	932,5		0	0,000
U RT	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	RT	407	406,5339	406,5339	56,62436	64	12,70418	25,40837	513,612	475,8624	488,5666	1,00	2	
	Total	406,534	406,5339	406,5339	56,62436	63,52092	12,70418	25,40837	513,612	475,8624	488,5666		1,814883426	0,004
S	LTOR	350	350,2725	350,2725	84,93654	666	133,2124	266,4249	1081,671	568,4215	701,6339	0,19	18	
	ST	1.270	1270,418	1270,418	439	570,9623	2.770	553,9024	1107,805	4479,132	2395,283	2949,186	25	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		0	
	Total	1620,69	1620,691	1620,691	504,5376	655,8989	3435,574	687,1149	1374,23	5560,803	2963,705	3650,819	43,55720222	0,008
B	LTOR	29	29,03813	29,03813	45	58,98371	721	144,1017	288,2035	794,9189	232,1236	376,2253	25	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	505	504,5376	504,5376	114	148,639	148,639	721	144,1017	288,2035	1339,384	797,2783	941,38	7
	Total	533,576	533,5757	533,5757	159,7097	207,6227	207,6227	1441,017	288,2035	576,407	2134,303	1029,402	32,66790166	0,015

**Lampiran 13 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2017
(3 dari 5)**

SIG III

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012				
Formulir SIG - III		Ditangani oleh : Denni Permana Putra				
WAKTU ANTAR HIJAU		Kota : Magelang				
WAKTU HILANG		Simpang : Palbapang Magelang				
		Perihal : 3 fase				

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	V_A m/det	U	S	T	B
U	10	Jarak berangkat-datang (m)*		10	10	10	10
		Waktu berangkat-datang (det)**					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
B	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (det)					
		Penentuan waktu merah semua Fase 1 --> Fase 2 Fase 2 --> Fase 3 Fase 3 --> Fase 1					
		Waktu kuning total (...det/fase)					
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)					
		9					
		18					

**Lampiran 13 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Perubahan Fase dan Geometri pada Tahun 2017
(5 dari 5)**

SIG V

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 27 Oktober 2012										Ditangani oleh : Denni Permama Putra			
Formulir SIG - V :		Kota : Magelang										Perihal : 3 fase			
		Simpang : Palbapang										Periode : jam puncak sore			
		Waktu siklus : 67													
Kode pendekatan	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2= NQ				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D= DT+DG	Tundaan total smp det DxQ	
U-ST 1	1657,992	1471	1,127	0,417	98,25	33,8	132,0	198,0448	660	3,870	6416	261,9	15,5	277,3	128
U-ST 2	772,5	575	1,342	0,163	100,93	15,3	116,3	174,3832	581	7,313	5650	661,3	29,3	690,5	148
U-RT	475,8624	363	1,313	0,163	59,15	9,4	68,5	102,808	685	6,999	3331	617,1	-8,0	609,1	81
S	2395,283	2116	1,132	0,417	144,15	49,0	193,1	289,6881	644	3,918	9385	266,7	12,3	279,0	186
B	797,2783	794	1,004	0,150	15,06	14,8	29,8	44,75251	99	1,819	1450	96,7	2,4	99,0	22
LTOR(...)	851														
Arus kor Qkor		5319								Total	26232			Total	564
Arus total Qtot	1.694143								Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	4,30				Tundaan simpang rata-rata (det/smp)	332,90

Lampiran 14 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran

(1 dari 2)

BAGIAN JALINAN BUNARAN										Tanggal : 27 Oktober 2012											
FORMULIR RWEAV-I:										Kota : Magelang											
- GEOMETRI										Jalan A : Ke Kota Magelang											
- ARUS LALU LINTAS										Jalan B : Ke Kota Yogyakarta											
										Jalan C : Ke Borobudur											
										Soal : Persimpangan Palbapang											
ARUS LALU LINTAS																					
1	KOMPOSISI	LV%	Kendaraan Ringan LV	HV%	Kendaraan Berat HV	MC%	Sepeda Motor MC	Faktor-smp		Faktor - k		Bagian Jalinan		CA		Kend. Tak Bermotor					
	Tipe Kendaraan emp		emp = 1,0		emp = 1,3	emp = 0,5		Kendaraan Bermotor Total MV				AB		BC		Kend. Tak Bermotor					
	Pendekat/Gerakan	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	Arus Menjalini	Arus Total	Arus Menjalini	Arus Total	Arus Menjalini	Arus Total	Arus Menjalini	Arus Total				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(17)					
2	- LT	0	0	0	0	0	0	0	0								0				
3	- ST	773	773	224	291	1375	688	2372	1752								4				
4	- RT	224	224	24	31	35	18	283	273	272,70		272,70	272,70				1				
5	Total							2655	2024		2024,40						5				
6	- LT	193	193	36	47	367	184	596	423								10				
7	- ST	700	700	242	315	1526	763	2468	1778			1777,60		1777,60	1777,60		14				
	- RT	0	0	0	0	0	0	0	0								0				
	Total							3064	2201				1777,60				24				
	- LT	16	16	25	33	397	199	438	247								14				
	- ST	0	0	0	0	0	0	0	0								0				
	- RT	278	278	63	82	397	199	738	558	558,40	558,40			558,40			4				
	Total							1176	805							805,40	18				
11	Total							6895	5031	831,10	2582,80	2050,30	2050,30	2336,00	2583,00		47				
12								Rasio Menjalini		0,32		1,00		0,90		0,007					
13																					

Lampiran 14 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran (2 dari 2)

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV - II - ANALISA				Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Jalan A : Ke Kota Magelang Jalan B : Ke Kota Yogyakarta Jalan C : Ke Borobudur Soal : Persimpangan Palbapang					
1. Parameter Geometri Bagian Jalan									
	Bagian Jalinan (1)	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-rata WE (4)	Lebar Jalinan Ww (5)	WE/Ww (6)	Panjang Jalinan Lw (7)	Ww/Lw (8)	
		Pendekat 1 W1 (2)	Pendekat 2 W2 (3)						
1	AB	15,8	18	16,9	18	0,939	74,28	0,24	
2	BC	14,16	18	16,08	18	0,893	45,21	0,40	
3	CA	14,18	18	16,09	18	0,894	58,72	0,31	
2. Kapasitas									
	Bagian Jalan (20)	Faktor-Ww Gbr. B-2:1 (21)	Faktor-W _E /Ww Gbr. B-2:2 (22)	Faktor-Pw Gbr. B-2:3 (23)	Faktor-WA Gbr. B-2:4 (24)	Kapasitas Dasar Co smp/jam (25)	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C smp/jam (28)
							Ukuran Kota Fcs Tab. B-3:1 (26)	Lingk. Jalan FRS Tab. B-4:1 (27)	
1	AB	5783,46	2,70	0,94	0,68	9982,87	1,00	0,95	9483,73
2	BC	5783,46	2,61	0,82	0,55	6729,62	1,00	0,94	6325,85
3	CA	5783,46	2,61	0,84	0,62	7785,66	1,00	0,95	7396,38
3. Perilaku Lalu Lintas									
	Bagian Jalan (30)	Arus Bagian Jalinan Q smp/jam (31)	Derajat Kejenuhan DS (31)/(28) (32)	Tundaan Lalu Lintas DT Gbr. C-2:1 det/smp (33)	Tundaan Lalu Lintas Total DT _{TOT} =QxDT (31)x(33) det/jam (34)	Peluang Antrian QP% Gbr. C-3:1 (35)	Sasaran (36)		
1	AB	2582,80	0,27	2,203	5690,06	3-5			
2	BC	2050,30	0,32	2,415	4951,45	3-6			
3	CA	2583,00	0,35	2,516	6498,43	4-7			
4									
5	DS dari jalinan DSR		0,35	Total	17139,94				
6	Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata DTR det/smp				3,41				
7	Tundaan bundaran rata-rata DR=(DTR+4) det/smp				7,41				
8	Peluang antrian bundaran QPR%					3-6			
Catatan mengenai perbandingan dan sasaran (37)									

Lampiran 15 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran pada Tahun 2015 (1 dari 2)

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-I: - GEOMETRI - ARUS LALU LINTAS										Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Jalan A : Ke Kota Magelang Jalan B : Ke Kota Yogyakarta Jalan C : Ke Borobudur Soal : Persimpangan Palbapang
ARUS LALU LINTAS										
1	KOMPOSISI	LV%	HV%	MC%	Faktor-smp		Faktor - k		Kend. Tak Bermotor	
	Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV emp = 1,0	Kendaraan Berat HV emp = 1,3	Sepeda Motor MC emp = 0,5	Kendaraan Bermotor Total MV		Bagian Jalinan		Kend. Tak Bermotor (UM)	
	Pendekat/Gerakan	kend/jm/smp/jm (1)	kend/jm (2)	kend/jm (3)	kend/jm (4)	kend/jm (5)	kend/jm (6)	kend/jm (7)	kend/jm (8)	kend/jm (9)
2	- LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	- ST	1105	1105	320	416	1966	983	3392	2505	6
4	- RT	320	320	34	45	50	25	405	390	1
5	Total	276	276	51	67	525	262	3796	2895	7
6	- LT	1001	1001	346	450	2182	1091	3529	2542	14
7	- ST	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	- RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	23	23	36	46	568	284	4381	3147	34
	- LT	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	- ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- RT	398	398	90	117	568	284	1055	798	6
	Total							1682	1152	26
11	Total							9859	7193	67
12					Rasio Menjalini		1,00		0,007	
13							0,32		0,90	

Lampiran 15 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran pada Tahun 2015 (2 dari 2)

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV - II - ANALISA				Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Jalan A : Ke Kota Magelang Jalan B : Ke Kota Yogyakarta Jalan C : Ke Borobudur Soal : Persimpangan Palbapang					
1. Parameter Geometri Bagian Jalan									
	Bagian Jalinan	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-rata WE	Lebar Jalinan Ww	WE/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw	
		Pendekat 1 W1	Pendekat 2 W2						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	AB	15,8	18	16,9	18	0,939	74,28	0,24	
2	BC	14,16	18	16,08	18	0,893	45,21	0,40	
3	CA	14,18	18	16,09	18	0,894	58,72	0,31	
2. Kapasitas									
	Bagian Jalan	Faktor-Ww	Faktor-W _e /Ww	Faktor-Pw	Faktor-WA	Kapasitas Dasar Co smp/jam	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C smp/jam
							Ukuran Kota Fcs Tab. B-3:1	Lingk. Jalan FRS Tab. B-4:1	
	(20)	Gbr. B-2:1 (21)	Gbr. B-2:2 (22)	Gbr. B-2:3 (23)	Gbr. B-2:4 (24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	AB	5783,46	2,70	0,94	0,68	9982,87	1,00	0,95	9483,73
2	BC	5783,46	2,61	0,82	0,55	6729,62	1,00	0,94	6325,85
3	CA	5783,46	2,61	0,84	0,62	7785,66	1,00	0,95	7396,38
3. Perilaku Lalu Lintas									
	Bagian Jalan	Arus Bagian Jalinan Q	Derajat Kejenuhan DS (31)/(28)	Tundaan Lalu Lintas DT	Tundaan Lalu Lintas Total DT _{TOT} =QxDT (31)x(33)	Peluang Antrian QP%	Sasaran		
	(30)	smp/jam (31)	(32)	Gbr. C-2:1 det/smp (33)	det/jam (34)	Gbr. C-3:1 (35)	(36)		
1	AB	3693,18	0,39	2,675	9878,03	4-8			
2	BC	2931,75	0,46	2,959	8674,26	5-11			
3	CA	3693,46	0,50	3,093	11422,22	6-13			
4									
5	DS dari jalinan DSR		0,50	Total	29974,51				
6	Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata DTR det/smp				4,17				
7	Tundaan bundaran rata-rata DR=(DTR+4) det/smp				8,17				
8	Peluang antrian bundaran QPR%					5-11			
Catatan mengenai perbandingan dan sasaran (37)									

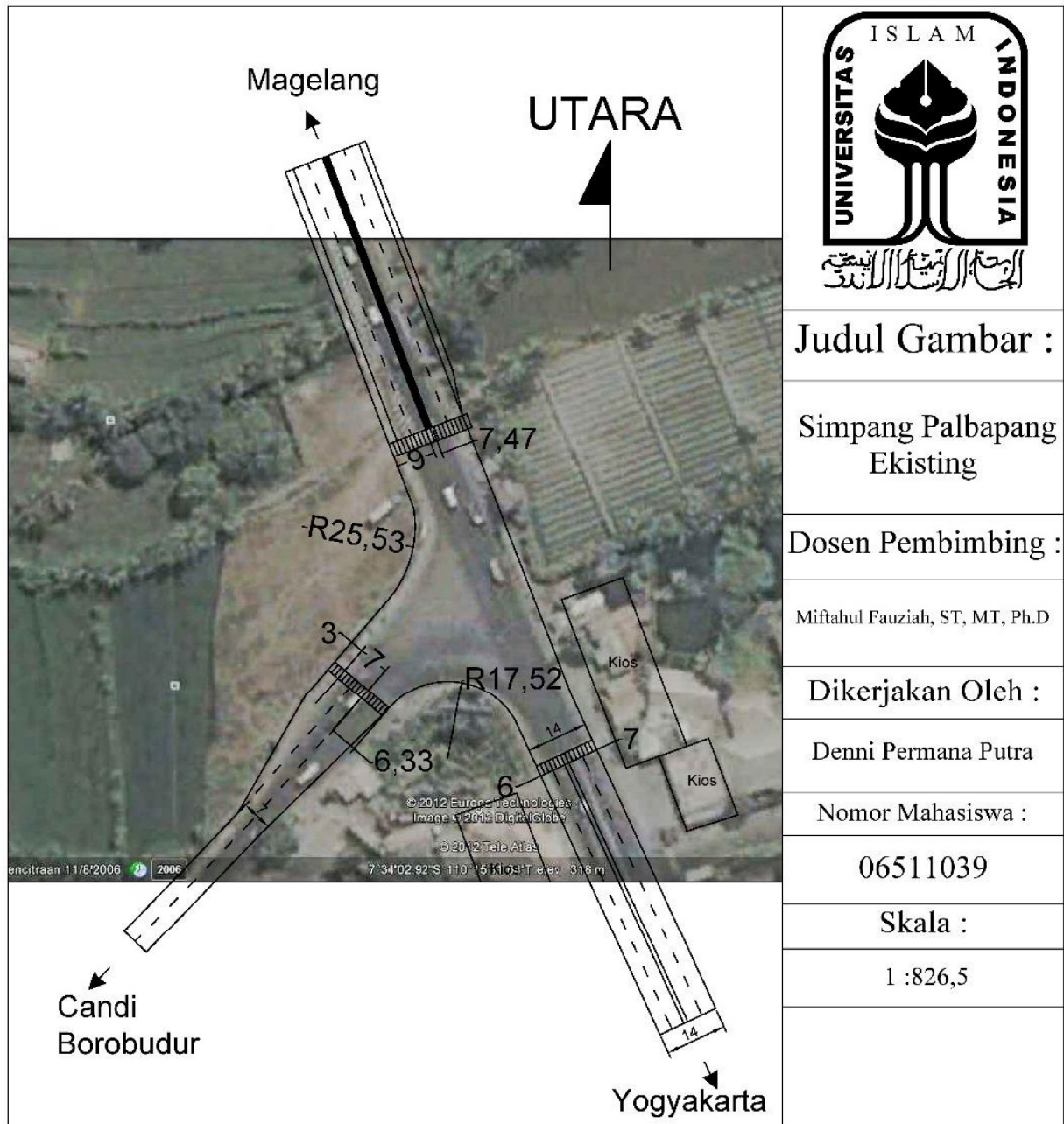
**Lampiran 16 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan
Bundaran pada Tahun 2017 (1 dari 2)**

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-I: - GEOMETRI - ARUS LALU LINTAS										Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Jalan A : Ke Kota Magelang Jalan B : Ke Kota Yogyakarta Jalan C : Ke Borobudur Soal : Persimpangan Palbapang									
ARUS LALU LINTAS																			
1	KOMPOSISI	LV%	Kendaraan Ringan LV emp = 1,0	HV%	Kendaraan Berat HV emp = 1,3	MC%	Sepeda Motor MC emp = 0,5	Faktor-smp		Bagian Jalinan				Faktor - k		Kend. Tak Bermotor (UM)			
	Tipe Kendaraan emp							Kendaraan Bermotor Total MV		AB		BC		CA					
	Pendekat/Gerakan	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	kend/jm	smp/jm	Arus Menjalini	Arus Total	Arus Menjalini	Arus Total	Arus Menjalini	Arus Total				
2	- LT	0	0	0	0	0	0	0	0	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)				
3	- ST	1403	1403	407	528	2495	1248	4305	3179	494,92		494,92	494,92						
4	- RT	407	407	44	57	64	32	514	495										
5	Total							4819	3674		3674,05								
6	- LT	350	350	65	85	666	333	1082	768										
7	- ST	1270	1270	439	571	2770	1385	4479	3226			3226,14	3226,14		3226,14				
	- RT	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Total							5561	3994				3226,14						
	- LT	29	29	45	59	721	360	795	448										
	- ST	0	0	0	0	0	0	0	0										
	- RT	505	505	114	149	721	360	1339	1013	1013,43	1013,43			1013,43					
	Total							2134	1462										
11	Total							12514	9130	1508,35	4687,48	3721,06	3721,06	4239,57	1461,71				
12								Rasio Menjalini		0,32		1,00		0,90					
13																0,007			

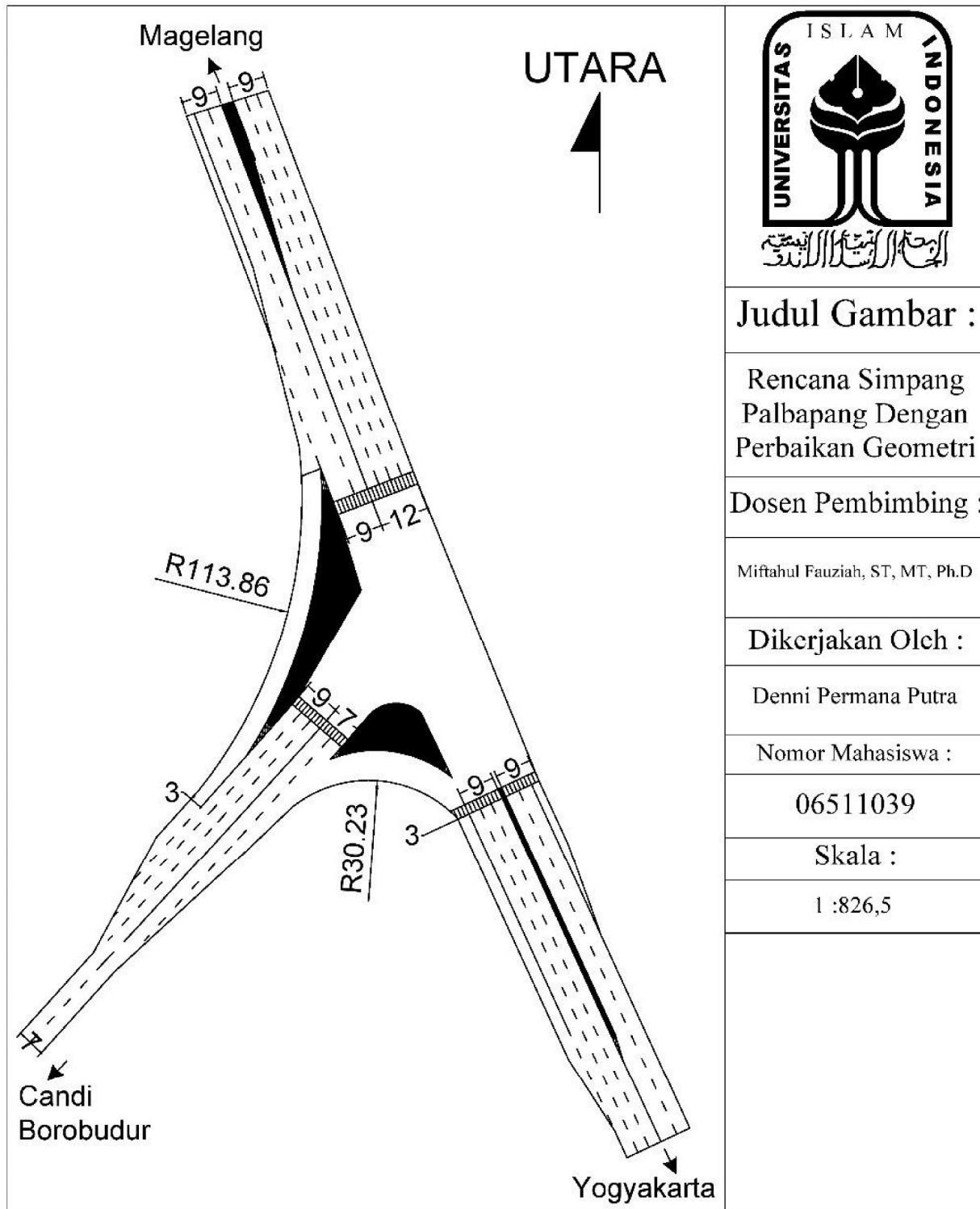
Lampiran 16 : Analisis Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran pada Tahun 2017 (2 dari 2)

BAGIAN JALINAN BUNDARAN FORMULIR RWEAV - II - ANALISA				Tanggal : 27 Oktober 2012 Kota : Magelang Jalan A : Ke Kota Magelang Jalan B : Ke Kota Yogyakarta Jalan C : Ke Borobudur Soal : Persimpangan Palbapang					
1. Parameter Geometri Bagian Jalan									
	Bagian Jalinan	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-rata WE	Lebar Jalinan Ww	WE/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw	
		Pendekat 1 W1	Pendekat 2 W2						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	AB	15,8	18	16,9	18	0,939	74,28	0,24	
2	BC	14,16	18	16,08	18	0,893	45,21	0,40	
3	CA	14,18	18	16,09	18	0,894	58,72	0,31	
2. Kapasitas									
	Bagian Jalan	Faktor-Ww	Faktor-W _E /Ww	Faktor-Pw	Faktor-WA	Kapasitas Dasar Co smp/jam	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C smp/jam
							Ukuran Kota Fcs	Lingk. Jalan FRS	
							Tab. B-3:1	Tab. B-4:1	
	(20)	Gbr. B-2:1 (21)	Gbr. B-2:2 (22)	Gbr. B-2:3 (23)	Gbr. B-2:4 (24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	AB	5783,46	2,70	0,94	0,68	9982,87	1,00	0,95	9483,73
2	BC	5783,46	2,61	0,82	0,55	6729,62	1,00	0,94	6325,85
3	CA	5783,46	2,61	0,84	0,62	7785,66	1,00	0,95	7396,38
3. Perilaku Lalu Lintas									
	Bagian Jalan	Arus Bagian Jalinan Q	Derajat Kejenuhan DS (31)/(28)	Tundaan Lalu Lintas DT	Tundaan Lalu Lintas Total DT _{TOT} =QxDT (31)x(33)	Peluang Antrian QP%	Sasaran		
	(30)	smp/jam (31)	(32)	Gbr. C-2:1 det/smp (33)	det/jam (34)	Gbr. C-3:1 (35)	(36)		
1	AB	4687,48	0,49	3,074	14408,00	6-13			
2	BC	3721,06	0,59	3,413	12698,77	8-19			
3	CA	4687,84	0,63	3,571	16738,96	10-22			
4									
5	DS dari jalinan DSR		0,63	Total	43845,72				
6	Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata DTR det/smp				4,80				
7	Tundaan bundaran rata-rata DR=(DTR+4) det/smp				8,80				
8	Peluang antrian bundaran QPR%					8-18			
Catatan mengenai perbandingan dan sasaran (37)									

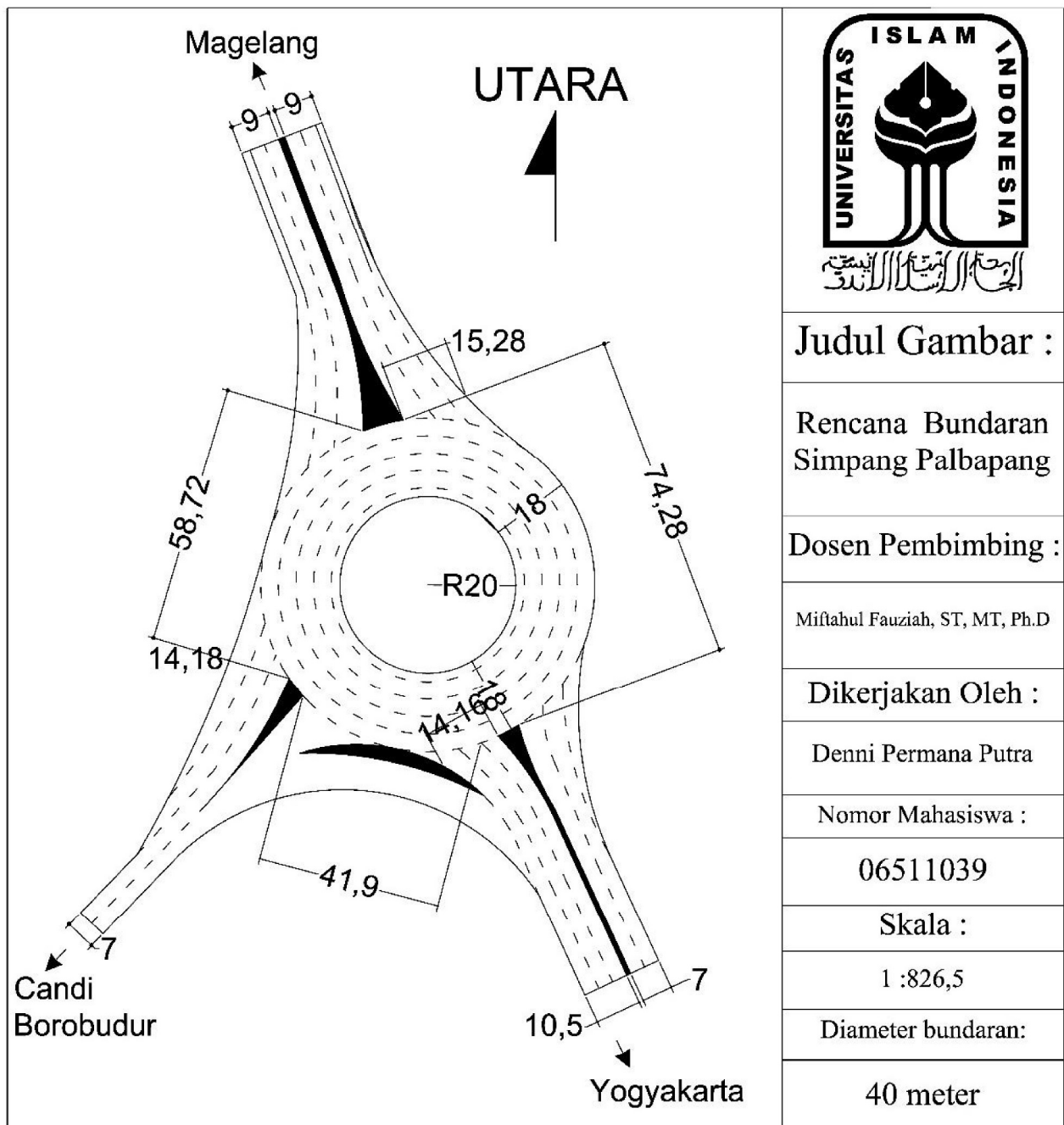
Lampiran 17 : Detail Simpang Palbapang Kondisi Eksisting



**Lampiran 18 : Detail Rencana Perbaikan Simpang Palbapang
dengan Perubahan Geometri**



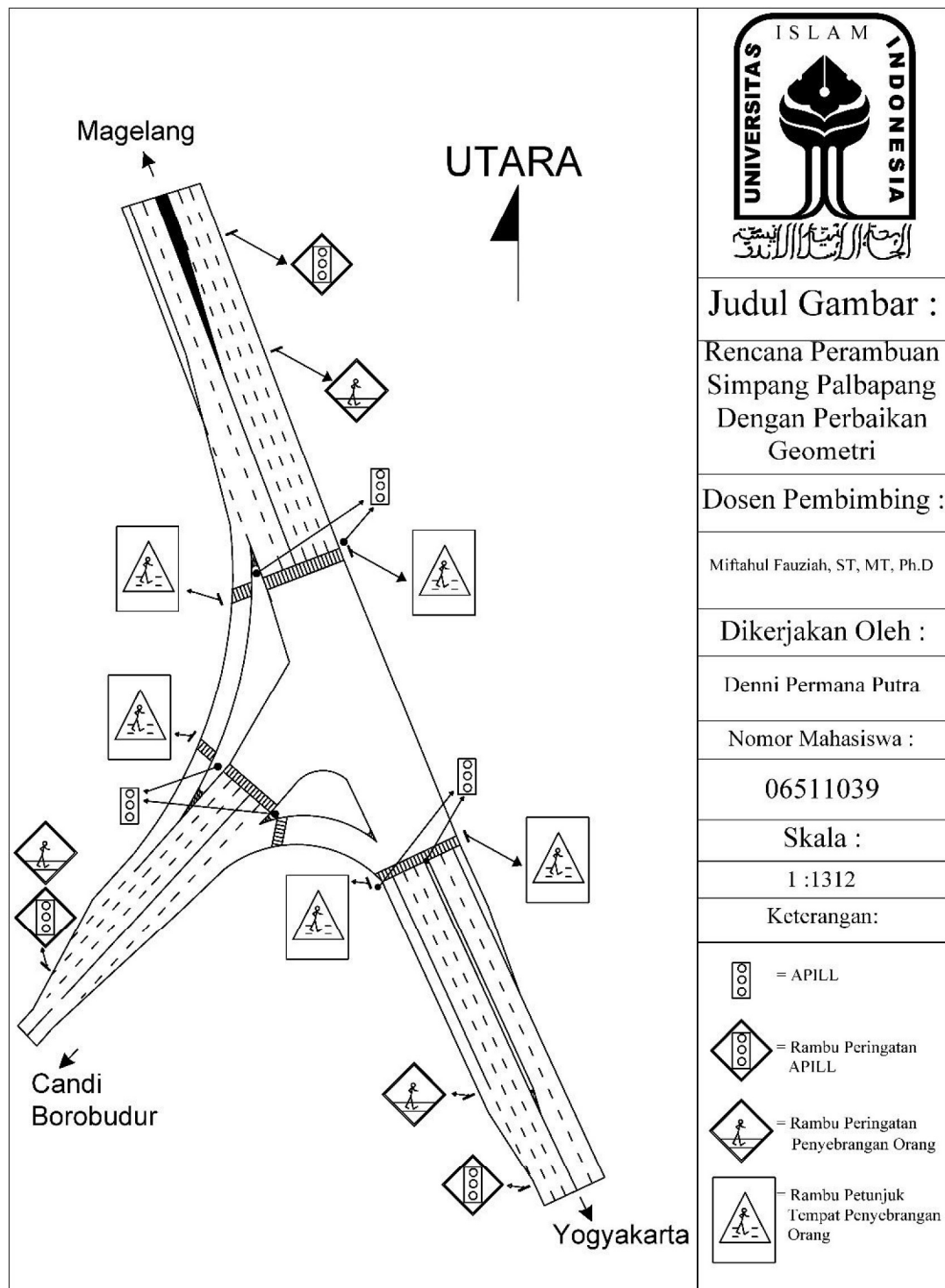
Lampiran 19 : Detail Rencana Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran



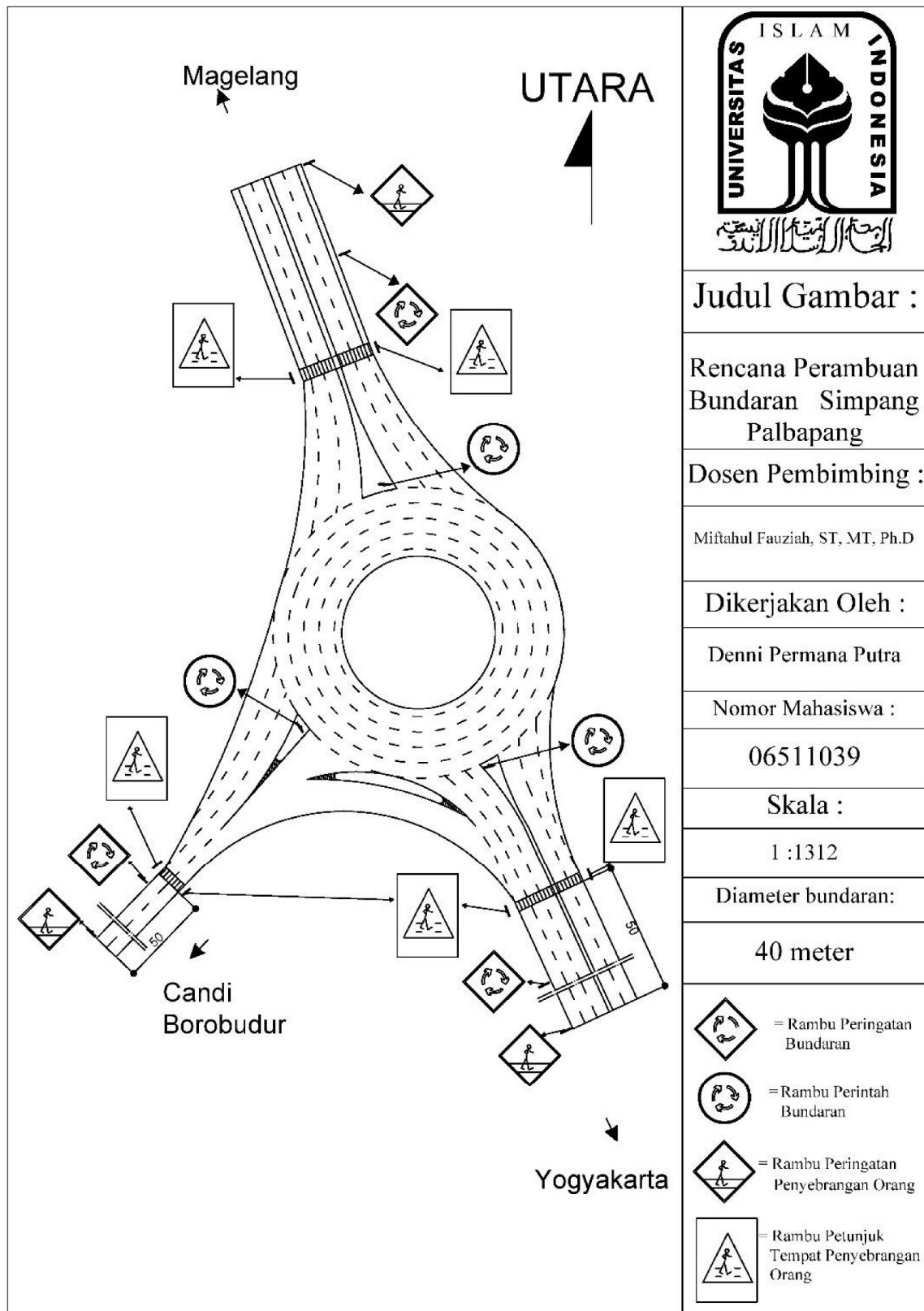
**Lampiran 20 : Detail Perbandingan Rencana Perbaikan Simbang
Palbapang dengan Berbagai Alternatif**

			
			Judul Gambar :
			Perbandingan Rencana Simbang Palbapang dengan Berbagai Alternatif Perbaikan
			Dosen Pembimbing :
			Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D
			Dikerjakan Oleh :
			Denni Permana Putra
			Nomor Mahasiswa :
			06511039
Keterangan Warna :			Skala :
Simpang Eksisting	Perbaikan Simbang dengan Perubahan Geometri	Perbaikan Simbang dengan Bundaran	1 :826,5
Warna Merah	Warna Kuning	Warna Hijau	

Lampiran 21 : Perambuan Perbaikan Simpang Palbapang dengan Perubahan Geometri



Lampiran 22 : Perambuan Perbaikan Simpang Palbapang dengan Bundaran



Lampiran 23 : Tabel Lebar Kanal

Jari – jari sisi luar kanal (m)	Kendaraan Rencana	
	Truk semi trailer (m)	Truk (m)
13<R<14	8,5	5,5
14<R<15	8,0	
15<R<16	7,5	5,0
16<R<17	7,0	
17<R<19	6,5	
19<R<21	6,0	4,5
21<R<25	5,5	
25<R<30	5,0	4,0
30<R<40	4,5	
40<R<60	4,0	3,5
60 >	3,5	