

**RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU
DI KABUPATEN SUKOHARJO**

KERTAS KERJA WAJIB



Diajukan Oleh :

MAHFUZH YAZID

NOTAR : 19.02.203

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
BEKASI
2022**

**RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU
DI KABUPATEN SUKOHARJO**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



Diajukan Oleh :

MAHFUZH YAZID

NOTAR : 19.02.203

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
BEKASI
2022**

KERTAS KERJA WAJIB

**RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU
DI KABUPATEN SUKOHARJO**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

MAHFUZH YAZID

Nomor Taruna : 19.02.203

Telah di Setujui oleh :

PEMBIMBING I



Sumantri Widya Praja, M.Sc, M. Eng

NIP: 19820619 200912 1 003

Tanggal: 1 Agustus 2022

PEMBIMBING II



Ataline Muliasari, MT

NIP: 19760908 200502 2 001

Tanggal: 1 Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB

**RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU
DI KABUPATEN SUKOHARJO**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Diploma III
Oleh:

MAHFUZH YAZID

Nomor Taruna : 19.02.203

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 8 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

Pembimbing,



SUMANTRI W. PRAJA, M.Sc, M. Eng

Tanggal : 8 Agustus 2022

NIP. 19820619 200912 1 001

Pembimbing,



ATALINE MULIASARI, MT

Tanggal : 8 Agustus 2022

NIP. 19760908 200502 2 001

JURUSAN MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
BEKASI, 2022

KERTAS KERJA WAJIB

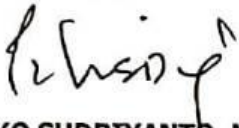
**RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU
DI KABUPATEN SUKOHARJO**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

MAHFUZH YAZID
Nomor Taruna : 19.02.203

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 8 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

DEWAN PENGUJI

Penguji I  <u>Drs. EKO SUDRIYANTO, MM</u> NIP.19600806 198503 1 002	Penguji II  <u>ARINI DEWI LESTARI, MM</u> NIP. 19880124 200912 2 002
Penguji III  <u>SUMANTRI WIDYA PRAJA, M.Sc, M.Eng</u> NIP.19820619 200912 1 001	Penguji IV  <u>ATALINE MULIASARI, MT</u> NIP. 19760908 200502 2 001

MENGETAHUI,

**KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**



RACHMAT SADILI, S.SiT, MT
NIP. 19840208 200604 1 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MAHFUZH YAZID

Notar : 19.02.203

adalah Taruna jurusan Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah KKW yang saya tulis dengan judul:

RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU DI KABUPATEN SUKOHARJO

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah KKW ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 15 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Mahfuzh Yazid

19.02.203

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MAHFUZH YAZID

Notar : 19.02.203

menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak KKW yang saya tulis dengan judul:

RE – DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU DI KABUPATEN SUKOHARJO

untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan PTDI-STTD untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 15 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Mahfuzh Yazid

19.02.203

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, tuhan yang maha esa, sebab berkat rahmat dan karunianya, Kertas Kerja Wajib dengan judul "RE-DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU DI KABUPATEN SUKOHARJO" dapat terselesaikan tepat waktu dalam rangka menyelesaikan program studi Diploma III. Dengan segala kerendahan hati, tidak lupa penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu mendukung.
2. Bapak Ahmad Yani, ATD, MT selaku Direktur PTDI-STTD.
3. Bapak Sumantri Widya Praja, M.Sc, M.Eng dan Ibu Ataline Muliasari, MT sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
4. Dosen – Dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan Angkatan XLI yang telah memberikan ilmunya selama masa Pendidikan.
5. Rekan Taruna PTDI – STTD Angkatan XLI, terlebih rekan MTJ 3.8.
6. Alumni Sekolah Tinggi Transportasi Darat di Dinas Perhubungan Kabupaten Sukoharjo yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini.

Layaknya manusia biasa, penulis menyadari bahwa Kertas Kerja Wajb ini tidak luput dari kesalahan, oleh karenanya penulis berharap agar para pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini bisa menjadi lebih baik lagi dan penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan untuk membantu pembangunan transportasi di Indonesia, khususnya di Kabupaten Sukoharjo.

Bekasi,
Penulis

MAHFUZH YAZID
Notar : 19.02.203

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH	2
1.3 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.4 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN	3
1.5 BATASAN MASALAH.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM	6
2.1 KONDISI TRANSPORTASI.....	6
2.1.1 Jaringan Jalan.....	6
2.1.2 Terminal.....	7
2.1.3 Jumlah dan Jenis Kendaraan.....	7
2.2 GAMBARAN LOKASI STUDI.....	8
BAB III KAJIAN PUSTAKA.....	17
3.1 PERSIMPANGAN	17
3.1.1 Titik Konflik Pada Simpang	18
3.1.2 Tingkat Pelayanan Simpang.....	19
3.1.3 Tipe Pengendalian Simpang.....	22

3.1.4	Standar Lajur Pada Persimpangan	23
3.1.5	Taper Pada Persimpangan	24
3.2	MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS	25
3.3	SIMPANG TAK BERSINYAL.....	27
3.3.1	Kapasitas Simpang Tak Bersinyal	27
3.3.2	Kinerja Simpang Tak Bersinyal	34
3.4	SIMPANG BERSINYAL	36
3.4.1	Geometrik, Kondisi Lingkungan dan Arus Lalu Lintas	37
3.4.2	Penentuan Tipe Pendekat.....	38
3.4.3	Lebar Pendekat Efektif (W_E).....	39
3.4.4	Penentuan Fase Sinyal	39
3.4.5	Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (LTI).....	40
3.4.6	Arus Jenuh (S)	42
3.4.7	Rasio Arus (FR)	47
3.4.8	Rasio Arus Simpang (IFR).....	47
3.4.9	Rasio Fase (PR).....	47
3.4.10	Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian	48
3.4.11	Waktu Hijau.....	48
3.4.12	Waktu Siklus yang Disesuaikan	49
3.4.13	Kapasitas (C)	49
3.4.14	Derajat Kejenuhan (DS)	49
3.4.15	Jumlah Antrian (NQ)	50
3.4.16	Panjang Antrian (QL)	51
3.4.17	Laju Henti (NS)	52
3.4.18	Tundaan (D)	52
3.4.19	Standarisasi	53

3.4.20	Tingkat Pelayanan	54
3.4.21	Penempatan Apill.....	54
3.5	BUNDARAN	55
3.5.1	Perencanaan Bundaran	55
3.5.2	Kinerja Bundaran.....	66
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	71
4.1	BAGAN ALIR PENELITIAN	71
4.2	ALUR PIKIR PENELITIAN	72
4.2.1	Identifikasi masalah.....	72
4.2.2	Pengumpulan Data	72
4.2.3	Pengolahan Data	72
4.2.4	Keluaran (Output)	72
4.2.5	Pengumpulan Data Primer	73
4.2.6	Pengumpulan Data Sekunder.....	75
4.3	METODE ANALISIS	75
BAB V	ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH	79
5.1	ANALISIS TIPE PENGENDALIAN SIMPANG	79
5.2	ANALISIS VOLUME LALU LINTAS DAN GEOMETRIK SIMPANG	81
5.2.1	Volume.....	81
5.2.2	Geometrik Simpang Eksisting.....	82
5.3	ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA KADILANGU EKSISTING	85
5.3.1	Lebar Pendekat, Jumlah Lajur dan Tipe Simpang	85
5.3.2	Kapasitas Dasar (C_o).....	85
5.3.3	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)	86
5.3.4	Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M).....	86
5.3.5	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs}).....	87

5.3.6	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkaran, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{RSU})	87
5.3.7	Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})	88
5.3.8	Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})	89
5.3.9	Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})	89
5.3.10	Perhitungan Kapasitas (C)	90
5.3.11	Derajat Kejenuhan (D_s)	91
5.3.12	Tundaan	91
5.3.13	Peluang Antrian	92
5.4	ANALISIS PENYESUAIAN LAJUR (USULAN 1)	93
5.4.1	Perhitungan Kapasitas (C)	96
5.4.2	Derajat Kejenuhan (D_s)	96
5.4.3	Tundaan	97
5.4.4	Peluang Antrian	98
5.5	ANALISIS TIPE PENGENDALIAN APILL (USULAN 2)	98
5.5.1	Titik Konflik Eksisting	98
5.5.2	Perencanaan APILL	99
5.5.3	Kinerja Simpang Bersinyal	112
5.5.4	Lokasi Penempatan Lampu Apill	119
5.6	ANALISIS TIPE PENGENDALIAN BUNARAN (USULAN 3)	120
5.6.1	Perencanaan Geometrik Bundaran	120
5.6.2	Kinerja Bundaran	129
5.6.3	Kebutuhan Lahan Untuk Bundaran	134
5.7	PERBANDINGAN USULAN	136
BAB VI	PENUTUP	138
6.1	KESIMPULAN	138

6.2 SARAN.....	139
DAFTAR PUSTAKA.....	140
LAMPIRAN	141

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Jumlah Kendaraan Baru di Kabupaten Sukoharjo Tahun 2018	7
Tabel II. 2 Banyaknya Kendaraan Wajib Uji Menurut Jenis Kendaraan	8
Tabel II. 3 Jumlah & Proporsi Kendaraan Berbelok (smp/jam)	16
Tabel III. 1 Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk	23
Tabel III. 2 Standar lebar lajur di persimpangan	23
Tabel III. 3 Standar Taper dari Pergeseran Poros Lajur	24
Tabel III. 4 Panjang Minimum Taper	24
Tabel III. 5 Panjang Lajur Belok Kanan	24
Tabel III. 6 Penyesuaian Jumlah Lajur	28
Tabel III. 7 Tipe Simpang	28
Tabel III. 8 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang	29
Tabel III. 9 Faktor Penyesuaian Lebar Masuk	29
Tabel III. 10 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama	30
Tabel III. 11 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	30
Tabel III. 12 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor	31
Tabel III. 13 Faktor Penyesuaian Arus Minor	33
Tabel III. 14 EMP Untuk Simpang Tak Bersinyal	34
Tabel III. 15 EMP Untuk Fase Terlindung dan Terlawan	38
Tabel III. 16 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	43
Tabel III. 17 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	44
Tabel III. 18 Waktu Siklus yang disarankan	48
Tabel III. 19 Penyesuaian SMP Pada Simpang Bersinyal	53
Tabel III. 20 EMP Arus Lalu Lintas Bundaran	56
Tabel III. 21 Definisi tipe bundaran	56
Tabel III. 22 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total	57
Tabel III. 23 Jumlah Lajur Lingkar	58
Tabel III. 24 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar	60

Tabel III. 25	Jarak Pandang Ke Lengan Bundaran	62
Tabel III. 26	Jarak Pandang Henti Minimum	63
Tabel III. 27	Arus Jalinan Apabila Belum ada Data yang lebih Baik	65
Tabel III. 28	Perhitungan Gerakan Menjalin 3 Kaki Lengan	65
Tabel III. 29	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	67
Tabel III. 30	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor	68
Tabel V. 1	Volume Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu	79
Tabel V. 2	EMP Untuk Simpang Tak Bersinyal	81
Tabel V. 3	Standar Lebar Lajur Pada Persimpangan.....	83
Tabel V. 4	Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang	85
Tabel V. 5	Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama	86
Tabel V. 6	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	87
Tabel V. 7	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor	88
Tabel V. 8	Faktor Penyesuaian Arus Minor	90
Tabel V. 9	Data Geometrik Perencanaan APILL Simpang 3 Kadilangu	99
Tabel V. 10	Emp Terlindung dan Terlawan	100
Tabel V. 11	Gerakan Membelok dalam Smp Terlawan & Terlindung	101
Tabel V. 12	Faktor penyesuaian FCcs untuk pengaruh ukuran kota pada kapasitas jalan perkotaan.....	105
Tabel V. 13	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	106
Tabel V. 14	Kapasitas Tiap Pendekat	110
Tabel V. 15	Derajat Kejenuan pada Pengendalian APILL	112
Tabel V. 16	Jumlah Antrian yang datang pada fase hijau (NQ1)	113
Tabel V. 17	Jumlah antrian yang datang pada fase merah (NQ2)	113
Tabel V. 18	Jumlah Antrian Total Pada Pengendalian APILL	114
Tabel V. 19	Panjang Antrian Kendaraan	115
Tabel V. 21	Kendaraan Terhenti (NS) dan Kendaraan Stop (Nsv) Pengendalian APILL	116
Tabel V. 22	Tundaan rata – rata lalu lintas pengendalian APILL.....	117
Tabel V. 23	Tundaan Geometrik Simpang pada Pengendalian APILL	117

Tabel V. 24 Tundaan Rata Rata	118
Tabel V. 25 Definisi Tipe Bundaran.....	120
Tabel V. 26 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total	121
Tabel V. 27 Jumlah Lajur Lingkar	121
Tabel V. 28 Kecepatan Rencana Tiap Pendekat.....	122
Tabel V. 29 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar	123
Tabel V. 30 Jarak Pandang Ke Lengan Bundaran	125
Tabel V. 31 Perhitungan Arus Menjalin.....	127
Tabel V. 32 Kapasitas Dasar Tiap Pendekat	129
Tabel V. 33 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	130
Tabel V. 34 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor	131
Tabel V. 35 Kapasitas Tiap Pendekat Bundaran.....	132
Tabel V. 36 Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat	132
Tabel V. 37 Tundaan Lalu Lintas Tiap Jalinan	133
Tabel V. 37 Tundaan Lalu Lintas Total	133
Tabel V. 38 Peluang Anrtian Tiap Pendekat	134
Tabel V. 39 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Usulan	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Jaringan Jalan menurut Fungsinya	6
Gambar II. 2 Peta Lokasi Simpang Studi	9
Gambar II. 3 Visualisasi Tampak Atas Simpang 3 Kadilangu	10
Gambar II. 4 Visualisasi Kaki Simpang Barat.....	11
Gambar II. 5 Visualisasi Kaki Simpang Timur	11
Gambar II. 6 Visualisasi Kaki Simpang Selatan	12
Gambar II. 7 Visualisasi Tampak Atas Simpang Kadilangu Dengan Autocad ...	13
Gambar II. 8 Volume Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu	15
Gambar III. 1 Konflik Kendaraan yang Terjadi pada Simpang 3 Tak Bersinyal.	19
Gambar III. 2 Pemilihan Tipe Pengendalian Simpang	22
Gambar III. 3 Panjang Lajur Belok Kanan	25
Gambar III. 4 Bagan Alir Perhitungan Kinerja Simpang Tak Bersinyal.....	27
Gambar III. 5 Bagan Alir Perencanaan & Analisa Simpang Bersinyal	37
Gambar III. 6 Penentuan tipe pendekat.....	38
Gambar III. 7 Lebar Masuk, Lebar Keluar, LTOR.....	39
Gambar III. 8 Jenis jenis rencana fase sinyal.....	39
Gambar III. 9 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	40
Gambar III. 10 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian.....	45
Gambar III. 11 Faktor penyesuaian pengaruh parkir	46
Gambar III. 12 Bagan Alir Perencanaan & Perhitungan Kinerja Bundaran.....	55
Gambar III. 13 Alinyemen Horisontal yang Disarankan.....	60
Gambar III. 14 Dimensi Pulau Pemisah	61
Gambar III. 15 Jarak Pandang Henti Pendekat.....	63
Gambar III. 16 Jarak Pandang Henti Lajur Lingkar	64
Gambar III. 17 Visualisasi Bundaran 3 Lengan	65
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian	71
Gambar V. 1 Grafik Pemilihan Tipe Pengendalian Simpang	80

Gambar V. 2 Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu.....	81
Gambar V. 3 Kondisi Eksisting Geometrik Simpang Tiga Kadilangu	84
Gambar V. 4 Jarak Taper Kaki Simpang Barat Ke Persimpangan.....	93
Gambar V. 5 Taper Pada Kaki Simpang Timur	94
Gambar V. 6 Contoh Taper Pada Pedoman Perencanaan Geometrik Simpang .	94
Gambar V. 7 Panjang Jalan yang dilebarkan.....	95
Gambar V. 8 Usulan 1 Pelebaran Gemetrik Jalan Kaki Simpang Barat dan Timur	95
Gambar V. 9 Titik Konflik Eksisting	99
Gambar V. 10 Data Arus Lalu Lintas.....	100
Gambar V. 11 Penentuan fase sinyal.....	102
Gambar V. 12 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	103
Gambar V. 13 Jarak kendaraan berangkat dengan titik konflik dengan kendaraan datang	103
Gambar V. 14 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian	107
Gambar V. 15 Faktor penyesuaian pengaruh parkir	107
Gambar V. 16 Diagram Fase Usulan Pengendalian APILL.....	111
Gambar V. 17 Grafik Pembebanan Lebih	114
Gambar V. 18 Lokasi Penempatan APILL	119
Gambar V. 19 Radius Masuk Sesuai Kecepatan Rencana	123
Gambar V. 20 Desain Rencana Pulau Pemisah	124
Gambar V. 21 Jarak Pandang Lengan Bundaran Rencana.....	125
Gambar V. 22 Jarak Pandang Henti Lajur Lingkar	126
Gambar V. 23 Panjang & Lebar Jalanan AC.....	127
Gambar V. 24 Panjang & Lebar Jalanan CD	128
Gambar V. 25 Panjang & Lebar Jalanan DA	128
Gambar V. 26 Geometrik Rencana Bundaran	128
Gambar V. 27 Kebutuhan Lahan Pada Perencanaan Bundaran	135

DAFTAR RUMUS

Rumus LHR (III.1).....	22
Rasio Belok Kiri(III.2)	31
Rumus Faktor Penyesuaian Belok Kanan (III.3)	32
Rasio Belok Kiri (III.4)	32
Faktor Penyesuaian Belok Kiri (III.5)	32
Perhitungan Kapasitas (III.6).....	33
Derajat Kejenuhan Tak Bersinyal (III.7).....	34
Tundaan Lalu Lintas Simpang untuk $DS < 0,6$ (III.8)	34
Tundaan Lalu Lintas Simpang untuk $DS > 0,6$ (III.9)	35
Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor Untuk $DS < 0,6$ (III.10)	35
Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor Untuk $DS > 0,6$ (III.11)	35
Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (III.12)	35
Tundaan Geometrik Simpang (III.13).....	36
Peluang Antrian (III.14).....	36
Perhitungan All Red (III.15)	41
Perhitungan LTI (III.16).....	41
Arus Jenuh (III.17).....	42
Arus Jenuh Dasar (III.18)	42
Faktor Penyesuaian Parkir (III.19)	45
Faktor Penyesuaian Belok Kiri (III.20)	46
Faktor Penyesuaian Belok Kanan (III.21)	47
Rasio Arus (III.22)	47
Rasio Arus Simpang (III.23)	47
Rasio Fase (III.24)	47
Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian(III.25)	48
Waktu Hijau (III.26).....	48
Waktu Siklus yang Disesuaikan (III.27)	49
Kapasitas (III.28).....	49
Derajat Kejenuhan (III.29).....	49

Jumlah Antrian (III.30)	50
Jumlah smp tersisa dari fase hijau sebelumnya(III.31).....	50
Total Antrian (III.32)	50
Panjang Antrian (III.33).....	51
Laju Henti (III.34).....	52
Jumlah Kendaraan Berhenti (III.35)	52
Tundaan Lalu Lintas (III.36).....	52
Tundaan Geometrik (III.37)	53
Tundaan Rata Rata (III.38).....	53
Tundaan Rata Rata Tiap Kaki Simpang (III.39).....	53
(III.40)	66
Kapasitas Dasar (III.41).....	66
Kapasitas Bundaran (III.42)	68
Derajat Kejenuhan (III.43).....	69
Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan Bundaran(III.44).....	69
Tundaan Lalu Lintas Bundaran(III.45)	69
Tundaan Bundaran (III.46)	70
Peluang Antrian Bundaran (III.47)	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi Halaman 1	141
Lampiran 2 Lembar Asistensi Halaman 2	142
Lampiran 3 Kondisi Simpang Eksisting.....	143
Lampiran 4 Kondisi Usulan 1 (Pelebaran Geometrik SIMpang	144
Lampiran 5 Kondisi Simpang Usulan 2 (Tipe Pengendalian APILL).....	145
Lampiran 6 Kondisi Usulan 3 (Tipe Pengendalian Bundaran).....	146
Lampiran 7 Overlay Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Bundaran	147
Lampiran 8 Inventarisasi Simpang Tiga Kadilangu Eksisting.....	148
Lampiran 9 Data Masukan Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Kadilangu	149
Lampiran 10 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata Simpang Tiga Kadilangu	150
Lampiran 11 Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal.....	151
Lampiran 12 SIG I Simpang Bersinyal	152
Lampiran 13 SIG II Simpang Bersinyal	152
Lampiran 14 SIG IV Simpang Bersinyal	153
Lampiran 15 SIG V Simpang Bersinyal	154
Lampiran 16 RWEAV I Bundaran	155
Lampiran 17 RWEAV II Bundaran	156
Lampiran 18 Data Ruas Jalan Yang Berhubungan Dengan Simpang Tiga Kadilangu	157

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kabupaten Sukoharjo merupakan salah satu dari 35 kabupaten/kota yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten seluas 466 Km² ini terbagi menjadi 12 Kecamatan yang berbatasan langsung dengan Kota Solo dan Kabupaten Karanganyar di wilayah utara, Kabupaten Klaten dan Boyolali di Wilayah Barat, Kabupaten Gunungkidul (DIY) dan Kabupaten Wonogiri di wilayah selatan serta Kabupaten Karanganyar di wilayah timur. Letak yang strategis menyebabkan Kabupaten Sukoharjo menjadi perlintasan bagi masyarakat yang berada di sekitar Kabupaten Sukoharjo untuk memenuhi kebutuhannya.

Untuk melayani masyarakat Kabupaten Sukoharjo dan sekitarnya, pelayanan pada sektor transportasi harus memadai, salah satunya prasarana transportasi yang mendukung guna tercapainya kebutuhan masyarakat secara efektif. Salah satu prasarana transportasi yang berpengaruh dalam memberikan pelayanan lalu lintas adalah persimpangan. Persimpangan merupakan prasarana transportasi yang menghubungkan tiga atau lebih ruas jalan, dimana persimpangan merupakan prasarana yang vital karena menghubungkan antar wilayah secara langsung. Untuk itu persimpangan diharapkan memiliki kinerja yang baik agar bisa melayani suatu wilayah dengan maksimal.

Simpang 3 Kadilangu merupakan simpang 3 tidak bersinyal yang terletak di Kecamatan Baki yang menghubungkan wilayah Solo Baru (*CBD*), Kecamatan Kertasura, dan Kabupaten Klaten. Kinerja eksisting simpang 3 Tiga Kadilangu pada saat ini yaitu; memiliki DS sebesar 0,90 dengan peluang antrian 33 – 65m serta tundaan sebesar 10,92 detik. Hal ini dikarenakan Simpang 3 Kadilangu menghubungkan kawasan padat kegiatan seperti wilayah *CBD* di Solo Baru, wilayah Kertasura yang merupakan perlintasan

Jalan Nasional dan merupakan salah satu penghubung menuju Kabupaten Klaten yang oleh karena itu, simpang ini banyak dilalui oleh kendaraan angkutan barang.

Simpang Kadilangu ini termasuk simpang yang sibuk, dapat dilihat dari V/C ratio tiap kaki simpang; Jalan WR Supratman sebesar 0,90, Jalan Tanjung anom 0,64 dan Jalan Raya Djlopo sebesar 0,79. Padatnya kegiatan yang dihubungkan oleh Simpang 3 Kadilangu ini tidak diimbangi oleh kondisi geometrik simpang saat ini, dimana pada pendekat kaki simpang barat, yaitu Jalan W.R Supratman terdapat penyempitan ruas guna dekselerasi, yang menyebabkan lebar ruas total pada mulut simpang jalan W.R Supratman yang sebelumnya total 10m menjadi 7m. selain itu terdapat pulau lalu lintas yang kurang efektif memberikan pelayanan karena konflik pada simpang Tiga Kadilangu terpusat pada kaki simpang selatan (Jalan Raya Djlopo) dan kaki barat (Jalan W.R Supratman).

Pada kondisi existing, pengaturan simpang tidak bersinyal perlu di evaluasi melihat kinerjanya saat ini. Menurut grafik tipe pengendalian berdasarkan volume jalan mayor dan minor, didapat bahwa pengaturan yang tepat pada simpang ini adalah Simpang APILL atau Bundaran, sehingga diperlukan penyesuaian geometrik simpang dan evaluasi tipe pengendalian simpang. Maka dari itu, berdasarkan latar belakang diatas, penulis melakukan penelitian dengan judul **"RE-DESAIN SIMPANG TIGA KADILANGU DI KABUPATEN SUKOHARJO"**.

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Permasalahan yang terjadi pada Simpang Tiga Kadilangu ini adalah:

1. Berdasarkan data hasil analisis perangkingan Tim PKL Kabupaten Sukoharjo, Kinerja Simpang Tiga Kadilangu merupakan simpang tiga tak bersinyal yang memiliki kinerja paling rendah dengan DS 0,90, peluang antrian 33 – 65m serta tundaan selama 10,92 detik.

2. Penyempitan pada pendekat ruas kaki simpang barat yaitu Ruas Jalan WR Supratman dari lebar total 10m menjadi 7m pada mulut kaki simpang barat yang menyebabkan kendaraan yang ingin bergerak lurus menuju ke kaki simpang timur terhenti karena terhalang oleh kendaraan yang berbelok kanan ke kaki simpang selatan. Penyempitan juga terdapat pada kaki simpang timur, dari lebar total 7m menjadi 6m. Selain itu pengaturan simpang eksisting perlu di evaluasi melihat kinerja simpang saat ini.
3. Titik konflik pada kondisi eksisting sebanyak 9 titik, namun terpusat di satu titik yaitu konflik dari kaki simpang barat yang ingin lurus dan belok kanan karena memiliki volume terbesar, serta kaki simpang selatan yang terkena konflik dengan pergerakan lurus dari kaki simpang timur, sehingga perlu dievaluasi tipe pengendalian saat ini untuk mengatasi konflik yang ada.

1.3 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi dan Batasan masalah diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut;

1. Bagaimana kondisi kinerja lalu lintas pada simpang Tiga Kadilangu di Kabupaten Sukoharjo saat ini?
2. Apa permasalahan yang terjadi dan cara mengatasi permasalahan di kawasan Simpang Tiga Kadilangu Kabupaten Sukoharjo?
3. Bagaimana kondisi kinerja lalu lintas di Kawasan Simpang Kadilangu setelah simulasi penerapan upaya penanganan dari permasalahan di lokasi studi?.

1.4 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja lalu lintas khususnya pada Simpang Tiga Kadilangu yang selanjutnya akan dilakukan evaluasi guna peningkatan kinerja simpang ;

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk;

1. Mengetahui kondisi kinerja lalu lintas di Kawasan Simpang Tiga Kadilangu di Kabupaten Sukoharjo
2. Untuk mengetahui upaya penanganan permasalahan lalu lintas di Kawasan Simpang Tiga Kadilangu Kabupaten Sukoharjo
3. Untuk mengetahui Kinerja Lalu Lintas di Kawasan Simpang Tiga Kadilangu Kabupaten Sukoharjo setelah dilakukan upaya penanganan.

1.5 BATASAN MASALAH

Menetapkan pembatasan terhadap objek permasalahan yang diteliti perlu dilakukan Untuk memfokuskan penelitian dan menghindari generalisasi yang dapat menyimpang dari kesimpulan pembahasan, yaitu :

1. Penelitian ini hanya terfokuskan pada Simpang Tiga tidak bersinyal Kadilangu.
2. Perhitungan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI:1997) dan Pedoman Perencanaan Bundaran Pada Simpang Sebidang (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004) dan evaluasi desain geometrik simpang berdasarkan Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Persimpangan Sebidang (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN

Penulisan Kertas Kerja Wajib ini dibahas dalam 6 (enam) bab, dimana antara bab yang satu dengan bab yang lain saling terkait dan berkesinambungan. Untuk lebih memudahkan penulis dalam membuat suatu gambaran penulisan dan memudahkan pembaca dalam memahami isinya, maka Kertas Kerja Wajib ini disusun dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : GAMBARAN UMUM

Menjelaskan mengenai kondisi transportasi wilayah studi, kondisi wilayah studi dan identifikasi masalah.

BAB III : KAJIAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka berisi data/uraian penjelasan dari kerangka pemikiran berupa pengertian-pengertian/definisi, kaidah/norma berbagai bahan/peraturan perundang-undangan baik nasional maupun internasional sebagai bahan analisis untuk menjawab permasalahan hukum yang sudah ditentukan.

BAB IV : METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang prosedur dan metode pengumpulan data, serta teknik analisis yang digunakan dalam melakukan kegiatan penelitian. Menguraikan aspek legalitas, dan dasar teori dalam tinjauan re-desain simpang.

BAB V : ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

Menguraikan tentang hasil penelitian dan pembahasannya dari data-data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan metode pendekatan yang telah dicantumkan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan materi dan saran yang dapat diberikan.

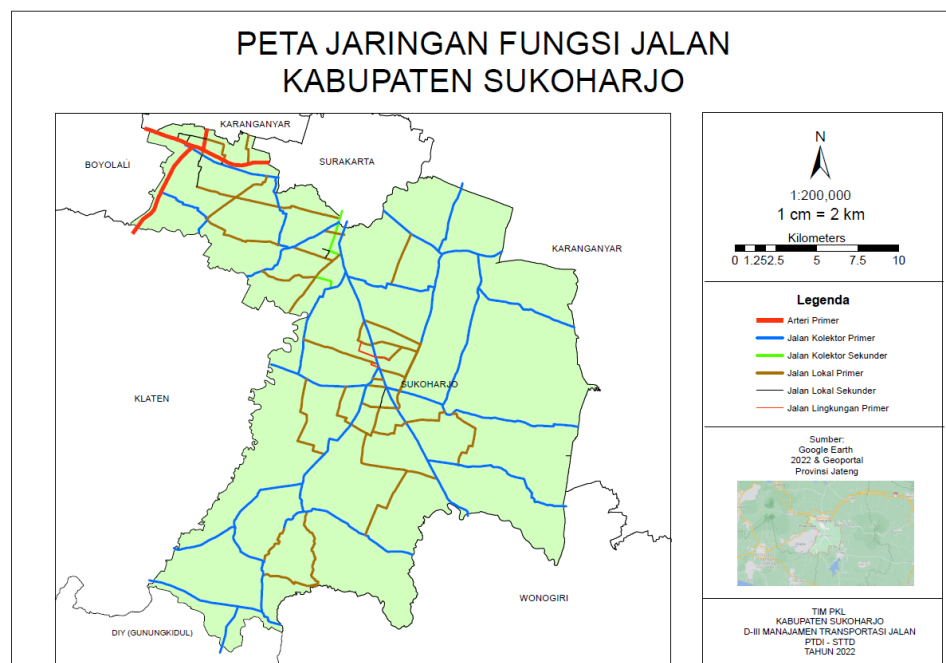
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 KONDISI TRANSPORTASI

2.1.1 Jaringan Jalan

Berdasarkan studi yang dilakukan TIM PKL Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Sukoharjo memiliki ruas kaji sebanyak 85 ruas yang terdiri dari 12 jalan arteri, 72 jalan kolektor dan 47 jalan lokal yang mana secara rata rata masih dalam kondisi baik. perkerasan jalan di Kabupaten Sukoharjo yaitu berupa aspal. Sedangkan untuk tipe jaringan di Kabupaten Sukoharjo adalah radial dan grid.



Gambar II. 1 Peta Jaringan Jalan menurut Fungsinya
Sumber : Tim PKL Kabupaten Sukoharjo 2022

2.1.2 Terminal

Kabupaten Sukoharjo memiliki 5 terminal yakni Terminal Sukoharjo dan Terminal Kartasura dengan karakteristik terminal tipe B. Kemudian Terminal Pasar Ir. Soekarno, Terminal Mojolaban dan Terminal Tawangarsi dengan karakteristik terminal tipe C.

2.1.3 Jumlah dan Jenis Kendaraan

Data terbaru yang dipublikasikan mengenai jumlah kendaraan bermotor adalah pada tahun 2018, dimana Banyaknya kendaraan bermotor yang terdaftar pada Polres Kabupaten Sukoharjo pada tahun 2018 dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel II. 1 Jumlah Kendaraan Baru di Kabupaten Sukoharjo Tahun 2018

NO	JENIS KENDARAAN	OBYEK		Kenaikan
		2017	2018	
1	Mobil Penumpang	49.417	53.568	8,3%
2	Mobil Beban	155.546	156.110	0,3%
3	Mobil Bus	783	802	2,4%
4	Sepeda Motor	537.244	562.088	4,6%
JUMLAH		742.990	771.846	

Sumber: Satlantas Polres Kabupaten Sukoharjo

Dari data tabel di atas dapat diketahui bahwa banyaknya kendaraan bermotor yang terdaftar di Polres Kabupaten Sukoharjo pada tahun 2018 peringkat yang paling unggul adalah pertumbuhan kategori Mobil Penumpang pada tahun 2018 sebesar 8,3. Untuk yang menempati peringkat ke 2 yaitu kategori sepeda motor dengan kenaikan 4,6%. Dengan demikian kepemilikan kendaraan di Kabupaten Sukoharjo dari tahun ke tahun semakin meningkat cukup pesat.

Tabel II. 2 Banyaknya Kendaraan Wajib Uji Menurut Jenis Kendaraan

NO	KLASIFIKASI KENDARAAN	2019		2020		2021		TOTAL
		U	TU	U	TU	U	TU	
1	ANGKOT	50	0	33	0	29	0	112
2	BLIND VAN	0	0	3	318	3	397	721
3	DUMP TRUCK	0	0	11	82	12	66	171
4	L.TRUCK DUMP	0	0	21	98	17	68	204
5	LIGHT TRUCK	0	0	54	722	49	694	1519
6	LIGHT TRUCK BOX	0	0	23	450	24	442	939
7	MIKRO BUS	0	0	45	231	48	203	527
8	MOBIL BUS	127	246	34	5	32	4	448
9	PICK UP	112	5908	4	4693	5	4214	14936
10	PICK UP D.CABIN	0	0	0	17	0	23	40
11	PICK UP BOX	44	1451	1	563	1	579	2639
12	TAKSI	0	0	32	0	14	0	46
13	TEMPELAN TANGKI	0	6	0	7	0	9	22
14	TRONTON TRUCK	0	0	7	6	11	12	36
15	TRUCK	0	0	32	224	37	226	519
16	TRUCK BOX	0	0	24	50	28	58	160
17	TRUCK TANGKI	0	0	3	8	4	10	25
JUMLAH		333	7611	327	7474	314	7005	23064
JUMLAH TOTAL		7944		7801		7319		

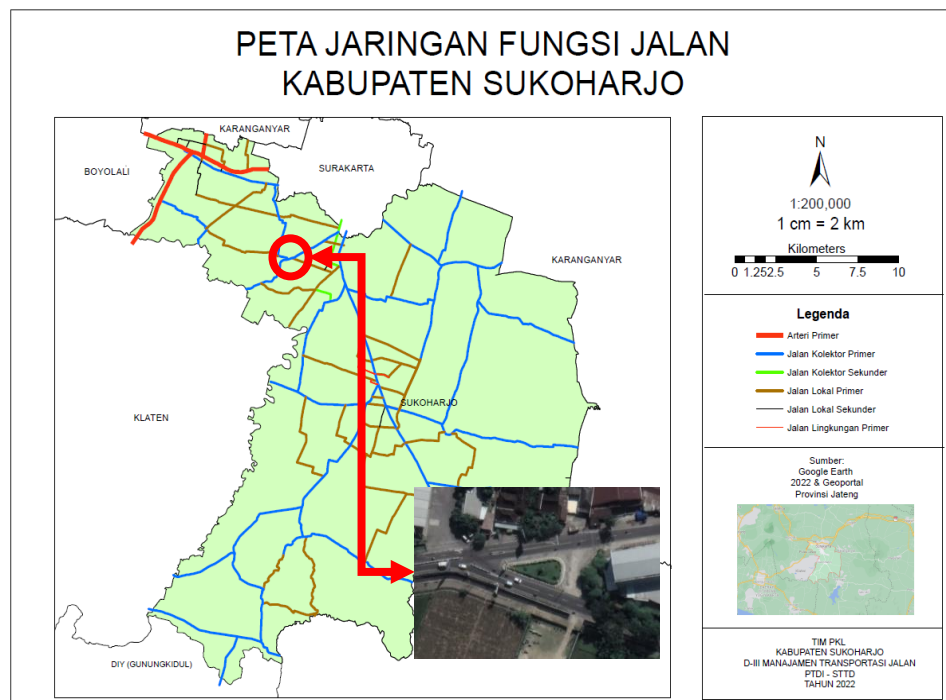
Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Sukoharjo

Dari data tabel di atas dapat diketahui bahwa banyaknya kendaraan wajib uji di daerah Kabupaten Sukoharjo pada tahun 2021 peringkat yang paling unggul adalah pick up dengan jumlah tidak umum sebesar 4.214 dan jumlah umum sebesar 5 unit. Untuk yang menempati peringkat ke 2 yaitu light truck dengan jumlah tidak umum sebanyak 694 sedangkan untuk jumlah yang umum sebanyak 49. Dan yang menempati peringkat terakhir adalah tempelan tangki dimana jumlah tidak umum sebanyak 9 sedangkan untuk yang umum sebanyak 0.

2.2 GAMBARAN LOKASI STUDI

Secara geografis Simpang Tiga Kadilangu terletak pada 7°36'21.95" LS dan 110°47'30.37" BT. Simpang tiga tak bersinyal ini terletak di Kecamatan Baki dengan kepadatan penduduk 3208 jiwa/km². Simpang bertipe 322 ini memiliki kaki simpang dengan ruas mayor di sisi barat dan timur yang memiliki 2 lajur serta ruas minor di sisi selatan yang memiliki 2 lajur, 3 kaki pendekat tersebut yaitu; Jalan WR Supratman (Kolektor) di kaki barat yang bertipe jalan 2/2 UD, Jalan Tanjung Anom (Kolektor) di kaki timur dengan

tipe jalan 2/2 UD dan Jalan Raya Djlopo (Lokal) pada kaki simpang selatan dengan tipe jalan 2/2 UD. Simpang dengan tipe *stagger* ini menghubungkan wilayah Solo Baru yang merupakan CBD (*Central Business District*), Wilayah Kertasura yang merupakan kawasan padat penduduk sekaligus lintasan Jalan Nasional dan simpang ini merupakan salah satu penhubung menuju wilayah Kabupaten Klaten yang dapat dilihat pada peta lokasi simpang studi berikut ini.



Gambar II. 2 Peta Lokasi Simpang Studi
Sumber : Tim PKL Kabupaten Sukoharjo

Perkerasan pada simpang ini adalah aspal. Kondisi topografi Kabupaten Sukoharjo dikelompokkan berdasarkan kecamatannya, 5 dari 12 kecamatan memiliki topografi berbukit, namun kondisi topografi di kecamatan baki, khususnya di Simpang Tiga Kadilangu ini merupakan daerah datar, sehingga alinyemen vertikal pada simpang ini tidak berpengaruh. Berikut ini merupakan visualisasi Simpang Tiga Kadilangu yang didapatkan dari Google Earth dan Foto dokumentasi penulis yang didapatkan langsung dari lapangan.



Gambar II. 3 Visualisasi Tampak Atas Simpang 3 Kadilangu
Sumber : *Google Earth 2022*



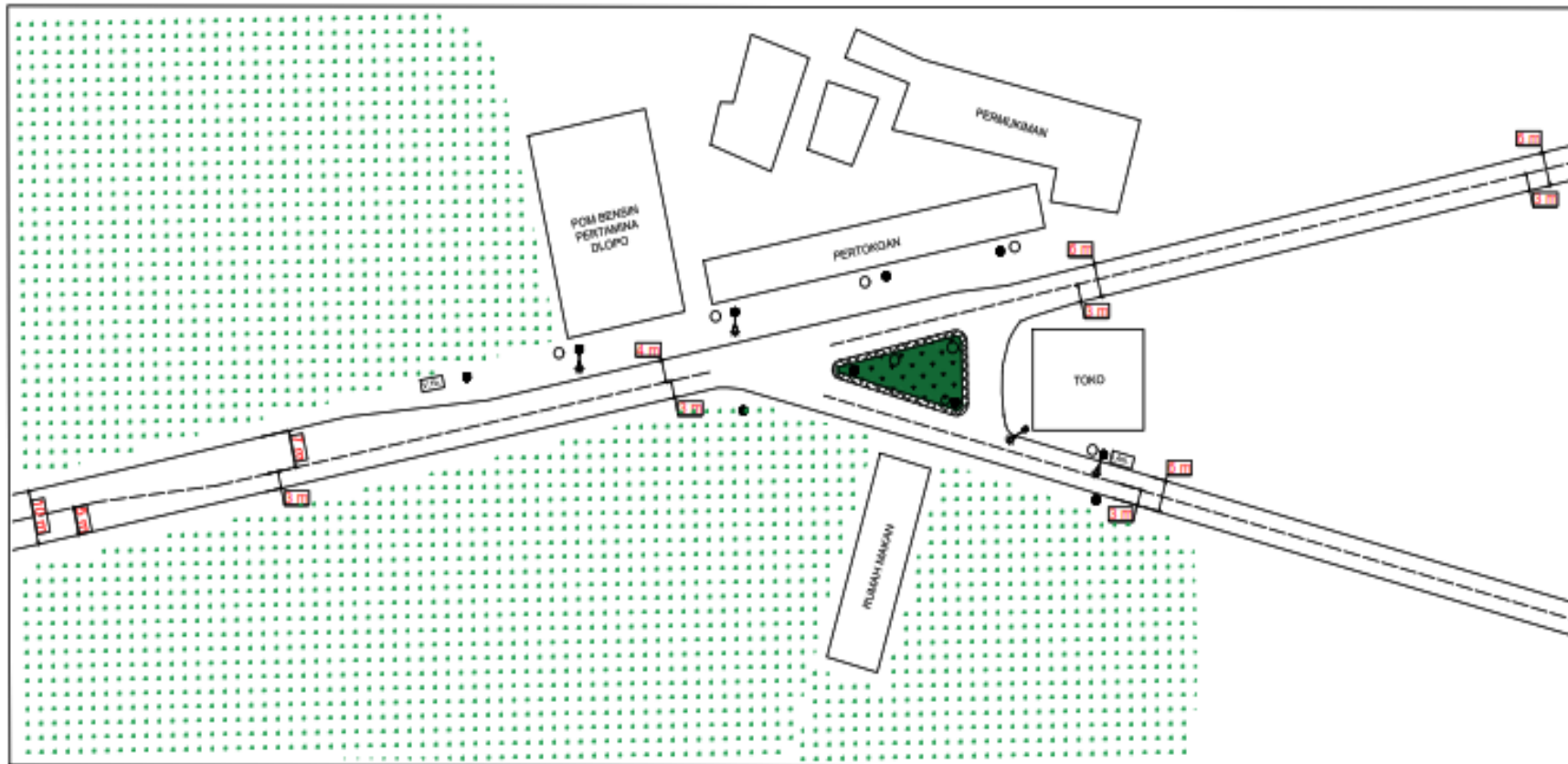
Gambar II. 4 Visualisasi Kaki Simpang Barat
Sumber : Dokumentasi Penulis



Gambar II. 5 Visualisasi Kaki Simpang Timur
Sumber : Dokumentasi Penulis

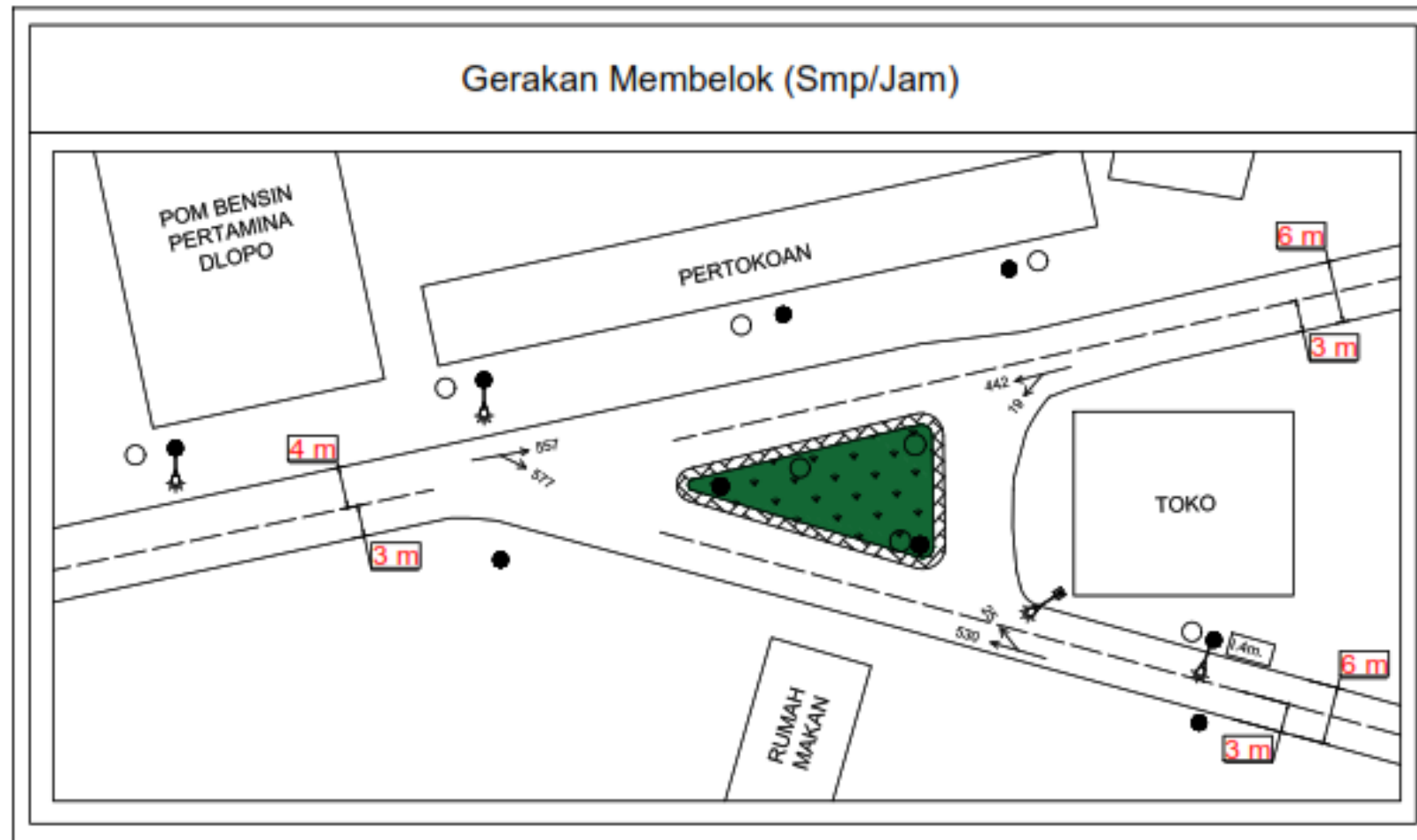


Gambar II. 6 Visualisasi Kaki Simpang Selatan
Sumber : Dokumentasi Penulis



Gambar II. 7 Visualisasi Tampak Atas Sim pang Kadirangu Dengan Autocad
 Sumber : Analisa Penulis

Pada Gambar II.8 dapat dilihat bahwa terdapat taper pada pendekat kaki timur dan pendekat kaki barat, dimana dari arah pendekat kaki timur terjadi penyempitan geometrik pada lajur keluar simpang menuju pendekat kaki timur (Jl. Tanjung Anom) dari awalnya total 7m menjadi 6m, sedangkan dari pendekat kaki barat juga terdapat taper namun keadaannya terbalik, yaitu yang menyempit ketika akan memasuki simpang, yang sebelumnya lebar total 10m menjadi 7m, sehingga terjadi *bottleneck* pada pendekat kaki barat (Jl. WR Supratman) maupun kaki simpang timur (Jl. Tanjung Anom).



Gambar II. 8 Volume Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu
 Sumber : Penulis

Pada Gambar II.9, dapat dilihat bahwa arus paling tinggi ada pada kaki simpang barat menuju kaki simpang selatan yang melakukan pergerakan belok kanan 557 smp/jam dan diikuti oleh Pergerakan lurus dari kaki barat menuju kaki timur sebesar 577 smp/jam. Arus terbesar ketiga berasal dari kaki simpang selatan yaitu dari Jalan Raya Djlopo yang melakukan pergerakan belok kiri menuju jalan WR Supratman sebesar 530 smp/jam sedangkan untuk pergerakan belok kanan sebesar 25 smp/jam. Arus terbesar keempat berasal dari kaki simpang timur yaitu dari Jalan Tanjung Anom yang melakukan pergerakan lurus sebesar 442 smp/jam dan pergerakan belok kirinya sebesar 19 smp/jam yang mana proporsinya dapat dilihat secara rinci pada tabel dibawah ini.

Tabel II. 3 Jumlah & Proporsi Kendaraan Berbelok (smp/jam)

1	Komposisi	Arah	LV %	HV %	MC %			Persentase Gerakan Membelok
			26%	6%	68%			
	Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Bermotor Total (MV)	Kend. Tak Bermotor (UM)	
	Pendekat gerakan		smp/jam	smp/jam	smp/jam	smp/jam	RKTb	
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
2	A	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	0%
3		LURUS	100	12	445	557	1	49%
4		BELOK KANAN	171	20	387	577	3	51%
5		Total	271	31	832	1,134	4	100%
6	C	BELOK KIRI	12	-	8	19	3	4%
7		LURUS	160	36	245	442	4	96%
8		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	0%
9		Total	172	36	253	461	7	100%
10	Jl. Mayor (A + C)		442	68	1,085	1,595	11	-
15	B	BELOK KIRI	113	55	363	530	6	95%
16		LURUS	-	-	-	-	-	0%
17		BELOK KANAN	13	-	12	25	2	5%
18		Total	126	55	374	555	8	100%
19	Jl. Minor B		126	55	374	555	8	100%
20	(A + C) + B	BELOK KIRI	125	55	370	550	10	26%
21		LURUS	260	48	690	998	9	46%
22		BELOK KANAN	184	20	399	602	5	28%
23	(A + C) + B		569	122	1,459	2,150	24	100%

Sumber : Analisis Tim PKL Kabupaten Sukoharjo

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 PERSIMPANGAN

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Simpang adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (MKJI, 1997).

Khisty dan Lall (2005) dalam AASHTO (2001) menyatakan, persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat 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.

Persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas. Pergerakan lalulintas yang terjadi dan urutan-urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan.

Secara umum, terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu.

1. Persimpangan sebidang,
2. Pembagian jalur jalan tanpa ramp dan
3. Persimpangan tidak sebidang.

3.1.1 Titik Konflik Pada Simpang

Oglesby dan Hicks (1998) menyatakan, setiap persimpangan terdapat pergerakan lalu-lintas yang menerus dan saling memotong pada satu atau lebih dari setiap lengan persimpangan dan juga mencakup pergerakan perputaran, dari sifat kendaraan gerakan di daerah simpang, terdapat beberapa macam jenis pertemuan simpang yaitu.

1. *Diverging* (memisah)

Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur lain.

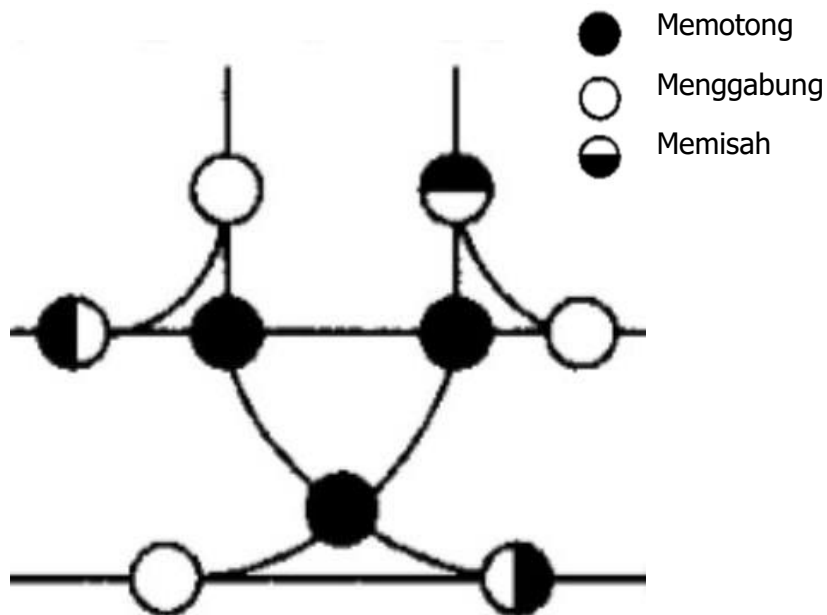
2. *Merging* (Menggabung)

Merging adalah peristiwa bergabungnya arus kendaraan dari jalur ke jalur lain.

3. *Crossing* (Memotong)

Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan, di mana kondisi tersebut dapat menyebabkan munculnya titik konflik pada persimpangan tersebut.

Keberadaan simpang pada jaringan jalan bertujuan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak ke dalam arah yang berbeda pada waktu bersamaan. Dengan demikian, pada persimpangan dapat terjadi suatu karakteristik yang unik dari persimpangan, yaitu munculnya konflik yang berulang karena pergerakan tersebut.



Gambar III. 1 Konflik Kendaraan yang Terjadi pada Simpang 3 Tak Bersinyal.

Sumber: Khisty dan Lall, 2005

3.1.2 Tingkat Pelayanan Simpang

Dalam menentukan tingkat pelayanan simpang, harus diketahui nilai dari parameter yang memberikan kontribusi pada pelayanan simpang. Direktorat Jendral Bina Marga (1997) menyatakan, tingkat pelayanan di persimpangan jalan tanpa isyarat lampu lalu-lintas dapat diketahui dengan melakukan prosedur penentuan sebagai berikut.

1. Kapasitas,
2. Derajat kejenuhan,
3. Tundaan dan
4. Panjang antrian

Tingkat pelayanan yang dijelaskan di atas, akan menjadi dasar penilaian parameter kinerja simpang tak bersinyal, simpang bersinyal maupun bundaran, seperti yang dijelaskan berikut.

3.1.2.1 Kapasitas

Kapasitas dari infrastruktur transportasi menjelaskan tentang jumlah maksimum dari kendaraan, orang atau barang yang dapat melewati ruas yang diberikan pada perjalanan dalam suatu periode waktu tertentu dengan fasilitas umum, keadaan lalu-lintas dan kondisi yang dikontrol. Kondisi umum dari arus lalu-lintas dipengaruhi oleh beberapa hal yang telah diatur oleh penyedia prasarana lalu-lintas dan pengukuran berdasarkan undang-undang, yaitu.

1. Parameter geometrik yang berupa kemiringan, kecuraman, tinggi tingkatan, jarak pandang,
2. Jenis dan kelas jalan,
3. Komposisi lalu-lintas berdasarkan ukuran dari kendaraan di jalan dan
4. Faktor lain berupa cuaca, tindakan pengurangan kecelakaan.

Seperti yang sudah dijelaskan di atas, kapasitas jalan dapat dilihat sebagaikemungkinan terbesar dari volume lalu-lintas yang dapat dilayani oleh jalan. Kapasitas adalah hubungan antara volume lalu-lintas dan kepadatan lalu-lintas.

Direktorat Jendral Bina Marga (1997) menyatakan, arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu-lintas dan sebagainya. Catatan: Biasanya dinyatakan dalarn kend/jam atau smp/jam).

3.1.2.2 Derajat Kejenuhan (DS)

Direktorat Jendral Bina Marga (1997) menyatakan, derajat kejenuhan adalah rasio antara lalu-lintas terhadap kapasitas yang bisanya dihitung per jam. Derajat kejenuhan menggambarkan kondisi lalu-lintas pada suatu waktu tertentu ditunjukkan dengan nilai rasio antara 0 sampai dengan 1.

Derajat kejenuhan yang menunjukkan nilai 1 menggambarkan kondisi lalu-lintas yang sudah sangat padat akibat dari jumlah kendaraan yang berlebihan melewati suatu jalan dengan kapasitas jalan yang terbatas. Sedangkan derajat kejenuhan yang bernilai 0 menunjukkan bahwa jalan tidak dilalui kendaraan sama sekali atau tidak ada lalu- lintas kendaraan.

3.1.2.3 Tundaan

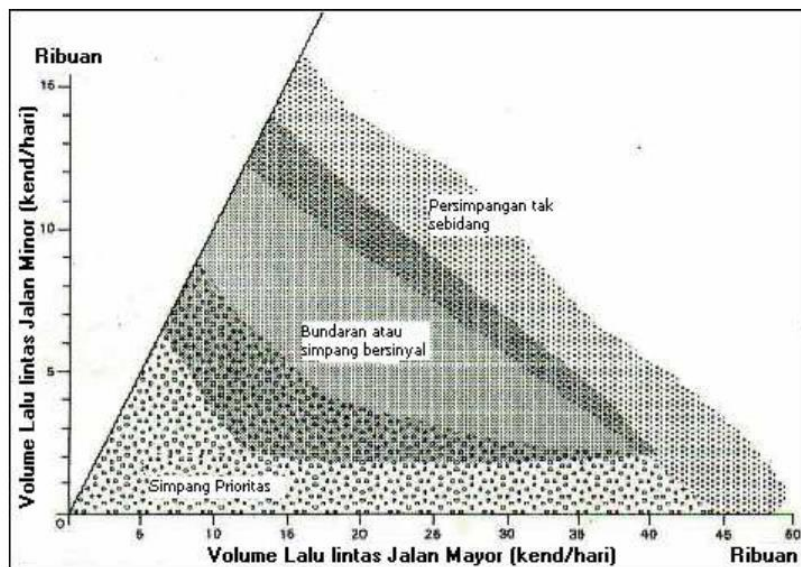
Morlok (1978) menyatakan, pada sebagian besar sistem transportasi, kendaraan dapat dibatasi oleh kendaraan lain, sehingga pergerakan lalu-lintas yang optimum mungkin tidak akan terwujud. Apabila jumlah suatu kendaraan cukup banyak, kemacetan yang terjadi dapat menyebabkan keterlambatan pada kendaraan dan dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Direktorat Jendral Bina Marga (1997) menyebutkan waktu tundaan adalah waktu total (jam, menit atau detik) yang diperlukan untuk melalui suatu panjang jalan tertentu, termasuk seluruh waktu tundaan-henti.

3.1.2.4 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah jarak panjang dari kendaraan yang mengantri belakang garis henti pada simpang yang dimulai dari akhir lampu hijau atau awal lampu merah hingga lampu hijau kembali yang mana disebut dengan fase lampu merah. Pada simpang bersinyal, antrian diakibatkan karena kendaraan berhenti menunggu waktu siklus pada simpang tersebut, semakin lama waktu siklus yang terjadi pada simpang tersebut maka antrian dari kendaraan akan semakin panjang, sehingga menyebabkan antrian mencapai simpang yang berada di dekatnya. Sedangkan pada simpang tak bersinyal, antrian kendaraan diakibatkan oleh tundaan pada kendaraan yang ingin memasuki simpang yang terganggu oleh arus lalu-lintas di dalam simpang.

3.1.3 Tipe Pengendalian Simpang

Tipe pengendalian simpang terdiri atas simpang prioritas, apil, bundaran dan simpang tidak sebidang. Tipe pengendalian dipilih berdasarkan volume arus lalu lintas pada jalan mayor dan jalan minor berdasarkan pedoman Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah yang dapat dilihat pada gambar dibawah berikut ini.



Gambar III. 2 Pemilihan Tipe Pengendalian Simpang

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004

Penghitungan dilakukan persatuan waktu (jam) untuk satu waktu lebih periode, misalkan pada arus lalu lintas jam sibuk pagi, siang dan sore. Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15 % belok kanan dan 15 % belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang).

$$LHR = \frac{VJP}{K} \quad \text{Rumus LHR (III.1)}$$

Sumber : MKJI, 1997

Jika hanya arus lalu lintas (LHR) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHR dapat dilihat pada tabel III.2 sebagai berikut :

Tabel III. 1 Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk

Tipe Kota dan Jalan	Faktor persen K (K x LHR = VJP)
Kota – kota > 1 juta penduduk	
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	7 – 8 %
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	8 – 9 %
Kota – kota < 1 juta penduduk	
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 10 %
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	9 – 12 %

Sumber : MKJI 1997

3.1.4 Standar Lajur Pada Persimpangan

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Pada Persimpangan, telah ditentukan bahwa standar lebar lajur untuk tiap kelasnya yang mana dapat dilihat pada tabel V.1 dibawah ini.

Tabel III. 2 Standar lebar lajur di persimpangan

Kelas Jalan	Tanpa Lajur Tambahan	Lebar Lajur (m) Menerus Sejajar Lajur Tambahan	Tambahan
I	3,5	3,00 – 3,25	3,25
II	3,25	2,75 – 3,00	3,0
III	3,00 – 3,25	2,75 – 3,00	2,50 – 2,75

Sumber : Pedoman Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Pada Persimpangan

3.1.5 Taper Pada Persimpangan

Taper merupakan bagian dari lajur jalan yang berfungsi untuk awal lajur percepatan atau perlambatan. Pada persimpangan taper biasanya digunakan untuk pergerakan belok kanan dan atau belok kiri untuk mengarahkan arus pemisahan atau penggabungan dari arus lalu lintas utama. Taper pada persimpangan harusnya membesar pada mulut simpang, sehingga tidak terjadi *bottleneck* pada taper. Ketentuan taper telah diatur dalam Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Simpang oleh Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah seperti dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel III. 3 Standar Taper dari Pergeseran Poros Lajur

Kecepatan Rencana (km/jam)	Taper
60	1/30
50	1/25
40	1/20
30	1/15
20	1/10

Sumber : Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Pada Simpang

Tabel III. 4 Panjang Minimum Taper

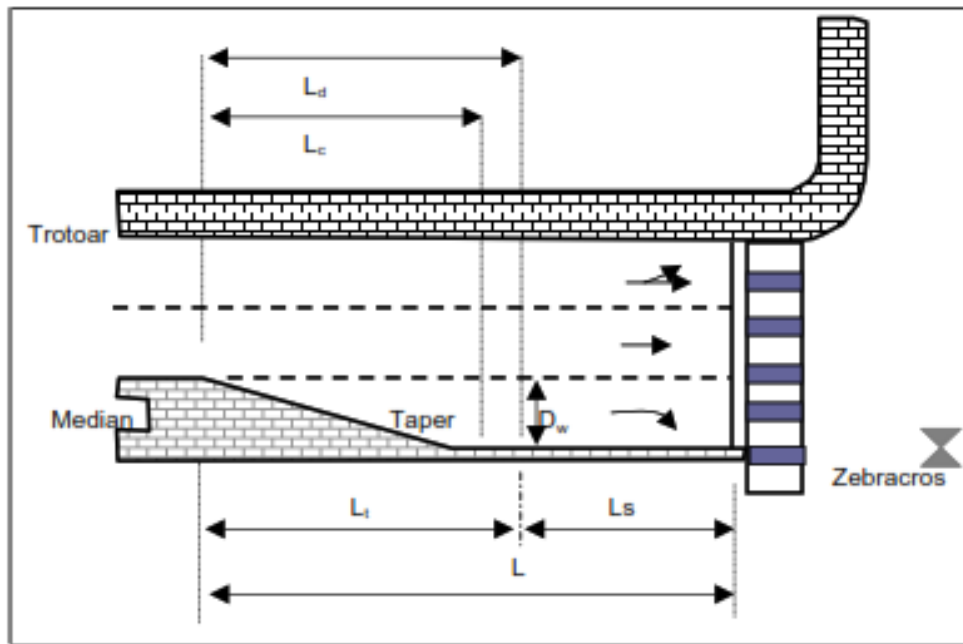
Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Taper Minimum (m)
60	40
50	35
40	30
30	25
20	20

Sumber : Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Pada Simpang

Tabel III. 5 Panjang Lajur Belok Kanan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Minimum Lajur Perlambatan (Ld) (m)	Panjang Minimum Lajur Pergeseran (Lc) (m)
80	45	40
60	30	30
50	20	25
40	15	20
30	10	15
20	10	10

Sumber : Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Pada Simpang



Gambar III. 3 Panjang Lajur Belok Kanan
 Sumber : Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Pada Simpang

3.2 MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 1 No.29 bahwa "Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan Jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran Lalu Lintas.

Berdasarkan undang undang nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 93, Manajemen Rekayasa Lalu Lintas dilakukan guna menoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjaga keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran Lalu lintas dan angkutan jalan. MRLL dapat dilakukan salah satunya dengan pengendalian pada lalu lintas di persimpangan berupa perencanaan, pengaturan, perekayasaan pemberdayaan dan pengawasan. Kegiatan perencanaan meliputi identifikasi masalah lalu lintas, inventarisasi dan analisis situasi arus lalu lintas. Kegiatan perekayasaan meliputi perbaikan

geometrik ruas dan atau simpang serta perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan.

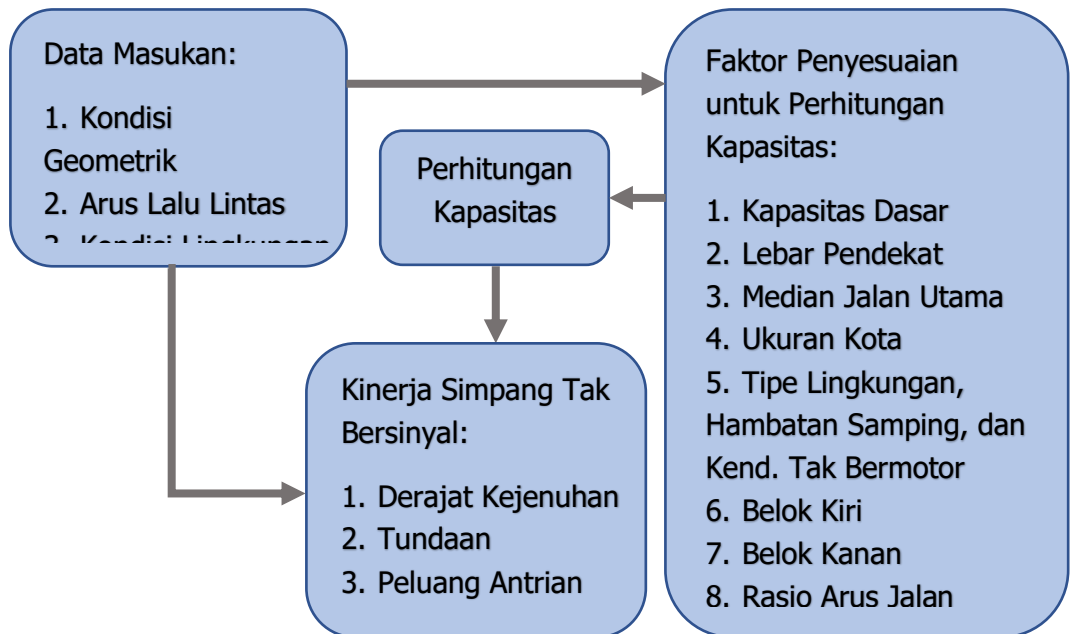
Manajemen rekayasa lalu lintas dapat berupa pengadaan misalnya dari simpang tak bersinyal menjadi simpang berapil atau menjadi bundaran. Pada Ketentuan Umum Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat (19) "Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan.". Pasal 112 Ayat (3) "Pada persimpangan Jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas." Penempatan dan pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas harus pada ruang manfaat jalan.

Berdasarkan Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.7234/AJ.401/DRJD/2013 tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan, disebutkan bahwa "Perencanaan penyelenggaraan alat pemberi isyarat lalu lintas jalan, meliputi Inventarisasi tingkat pertumbuhan alat pemberi isyarat lalu lintas, Survey untuk menentukan kebutuhan alat pemberi isyarat lalu lintas termasuk penentuan lokasi penempatan / pemasangannya.

3.3 SIMPANG TAK BERSINYAL

3.3.1 Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal dilakukan dalam beberapa Langkah seperti yang ditunjukkan pada bagan alir dibawah ini.



Gambar III. 4 Bagan Alir Perhitungan Kinerja Simpang Tak Bersinyal
Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.1 Lebar Pendekat, Jumlah Lajur dan Tipe Simpang

Lebar pendekat merupakan lebar yang diukur pada jarak 10m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan yang berpotongan yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing masing pendekat.

Untuk pendekat yang sering digunakan untuk parkir pada jarak kurang dari 20m dari garis imajiner yang menghubungkan perkerasan dari jalan yang berpotongan, lebar pendekat tersebut dikurangi 2m. Hitung lebar rata rata pendekat baik pada pendekat minor dan pendekat mayor yang berguna untuk menghitung penyesuaian lebar lajur. Jumlah

lajur juga dihitung dilihat dari lebar pendekat minor dan mayor seperti dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel III. 6 Penyesuaian Jumlah Lajur

Lebar Rata Rata Pendekat minor dan mayor W_{AC} , W_{BD}	Jumlah Lajur (Total Untuk Kedua Arah)
$W_{BD} = (b+d)/2 < 5,5$	2
$W_{BD} = (b+d)/2 > 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2 < 5,5$	2
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2 > 5,5$	4

Sumber : MKJI, 1997

Tipe simpang diperlukan untuk mengetahui kapasitas dasar, dimana tipe simpang merupakan kode yang terdiri dari jumlah lengan simpang, jumlah lajur pada jalan minor, dan jumlah lajur pada jalan mayor seperti dapat dilihat pada tabel III.2 dibawah ini.

Tabel III. 7 Tipe Simpang

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

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.2 Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai kapasitas dilihat berdasarkan tipe simpang, sebagaimana pada tabel III.3 dibawah ini.

Tabel III. 8 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

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

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar masuk adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar yang berhubungan dengan lebar masuk persimpangan, yang mana faktor penyesuaiannya dapat dihitung melalui tabel dibawah ini berdasarkan tipe simpang.

Tabel III. 9 Faktor Penyesuaian Lebar Masuk

No	Tipe Simpang	Rumus
1	422	$F_w = 0,70 + 0,0866 W_e$
2	422 atau 444	$F_w = 0,61 + 0,0740 W_e$
3	322	$F_w = 0,73 + 0,0760 W_e$
4	324 atau 344	$F_w = 0,62 + 0,0646 W_e$
5	342	$F_w = 0,67 + 0,0698 W_e$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.4 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3m atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebar, hal ini

mungkin terjadi jika median lebih sempit. Klasifikasi median dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel III. 10 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe M	F _M
Tidak ada median jalan utama	Tidak Ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar ≥ 3m	Lebar	1,20

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel III. 11 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (Juta Jiwa)	F _{cs}
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkuran, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{RSU})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang dapat disesuaikan dengan tabel dibawah ini.

Tabel III. 12 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	> 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat pergerakan belok kanan. prosentase belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Prt = \frac{Qrt}{Qtot} \quad (III.2)$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

Prt = rasio kendaraan belok kanan

Qrt = jumlah kendaraan belok kanan (smp/jam)

Qtot = jumlah total arus kendaraan pada kaki persimpangan tersebut (smp/jam).

Kemudian hitung F_{rt} dengan menggunakan rumus:

$$F_{rt} = 1,09 - (0,922 \times P_{rt}) \quad (\text{III.3})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat pergerakan belok kiri. prosentase belok kiri ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{lt} = \frac{Q_{lt}}{Q_{tot}} \quad (\text{III.4})$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

P_{lt} = rasio kendaraan belok kiri

Q_{lt} = jumlah kendaraan belok kiri (smp/jam)

Q_{tot} = jumlah total arus kendaraan pada kaki persimpangan tersebut (smp/jam).

Kemudian hitung F_{lt} dengan menggunakan rumus:

$$F_{lt} = 1,09 - (0,922 \times P_{lt}) \quad (\text{III.5})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.9 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI)

Variabel masukan dari faktor penyesuaian arus jalan minor adalah P_{mi} yang merupakan presentasi arus minor dibagi arus total. Dimana faktor penyesuaian arus jalan minor ini dikelompokkan berdasar tipe simpang dan p_{mi} seperti yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel III. 13 Faktor Penyesuaian Arus Minor

IT	Fmi	Pmi
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,11$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,0595 \times P_{MI}^2 + 0,595 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 – 0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^2 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber : MKJI, 1997

3.3.1.10 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas dihitung dengan mengalikan kapasitas dasar simpang dengan faktor faktor penyesuaian yang ada sebagai berikut;

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \quad (\text{III.6})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.2 Kinerja Simpang Tak Bersinyal

3.3.2.1 EMP Simpang Tak Bersinyal

Data arus lalu lintas berupa data pergerakan membelok terklasifikasi pada 2 jam setiap waktu sibuk didapat dari hasil survey CTMC (*Classified Turning Movement Counting*) dimana digunakan penyesuaian ekivalensi mobil penumpang pada simpang tidak bersinyal, seperti yang dapat dilihat pada tabel III.14 dibawah ini.

Tabel III. 14 EMP Untuk Simpang Tak Bersinyal.

Tipe Kendaraan	EMP
LV	1,0
HV	1,3
MC	0,5

Sumber : MKJI, 1997

3.3.2.2 Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan. Derajat kejenuhan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} \quad (III.7)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.2.3 Tundaan

Tundaan lalu lintas simpang (DT_i) adalah tundaan lalu – lintas, rata rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT_i berhubungan dengan DS yang mana dapat dihitung dari persamaan:

$$DT_i = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS)^2 \quad (III.8)$$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_i = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS)^2 \quad (\text{III.9})$$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk $DS > 0,6$

Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan – utama. DT_{MA} ditentukan berdasarkan DS yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$DT_{ma} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \quad (\text{III.10})$$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT_{ma} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS)^{1,8} \quad (\text{III.11})$$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk $DS > 0,6$

Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI}) adalah tundaan pada jalan minor yang ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata sebagaimana rumus berikut;

$$DT_{mi} = (Q_{tot} \times DT_i - Q_{ma} \times DT_{ma}) / Q_{mi} \quad (\text{III.12})$$

Sumber : MKJI, 1997

Tundaan geometrik simpang (DG) adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. DG dihitung dengan rumus;

$$DG = (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4 \quad (\text{III.13})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.3.2.4 Peluang Antrian

Panjang rentang nilai antrian pada setiap kaki simpang diperoleh dari grafik empiris yang berhubungan dengan derajat kejenuhan. yang dapat dihitung dengan rumus berikut;

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

sampai

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \quad (\text{III.14})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4 SIMPANG BERSINYAL

Simpang bersinyal merupakan persimpangan dengan tipe pengendalian berupa sinyal APILL. Dalam pembahasan ini akan dijelaskan perencanaan dan kinerja simpang APILL. Ada beberapa kinerja persimpangan bersinyal antara lain kapasitas, derajat kejenuhan, jumlah antrian, dan laju henti. Berikut ini akan di teori penghitungan simpang bersinyal dengan metode Manual Kapasitas Jalan 1997.



Gambar III. 5 Bagan Alir Perencanaan & Analisa Simpang Bersinyal
Sumber : MKJI, 1997

3.4.1 Geometrik, Kondisi Lingkungan dan Arus Lalu Lintas

Data geometrik berupa tipe lingkungan jalan, ketersediaan median, kelandaian, ketersediaan belok kiri, jarak ke kendaraan parkir, lebar pendekat diperlukan untuk menghitung perencanaan waktu apill dan kinerja waktu apill. Kondisi geometrik dan kondisi lingkungan didapat dari survey inventarisasi simpang.

Data arus lalu lintas berupa data pergerakan membelok terklasifikasi pada 2 jam setiap waktu sibuk didapat dari hasil survey CTMC (*Classified Turning Movement Counting*) dimana digunakan penyesuaian ekivalensi mobil penumpang berdasarkan tipe fase terlindung atau terlawan, seperti pada tabel III.15 dibawah ini.

Tabel III. 15 EMP Untuk Fase Terlindung dan Terlawan

Tipe Kendaraan	EMP	
	Terlindung	Terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

Sumber : MKJI, 1997

3.4.2 Penentuan Tipe Pendekat.

Apabila dalam suatu kaki simpang terdapat pergerakan fase yang berbeda, maka dipisahkan barisnya pada kolom pendekat dan diperlakukan terpisah dalam perhitungannya. Tipe pendekat dibedakan menjadi terlawan dan terlindung, pendekat terlawan apabila pergerakan dalam fasenya melakukan konflik *crossing* dengan kaki pendekat lawan arus dan pendekat terlindung apabila dalam fasenya tidak terdapat *crossing* pada pergerakan fase nya.

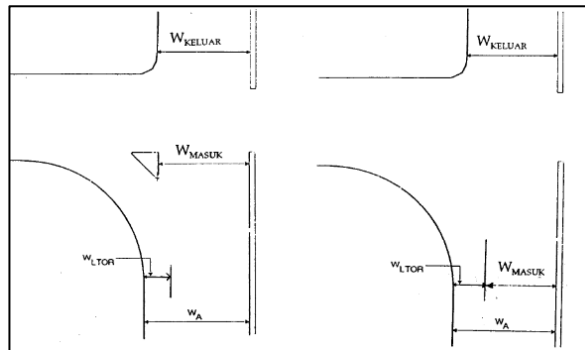
Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang T
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

Gambar III. 6 Penentuan tipe pendekat

Sumber : MKJI, 1997

3.4.3 Lebar Pendekat Efektif (W_E)

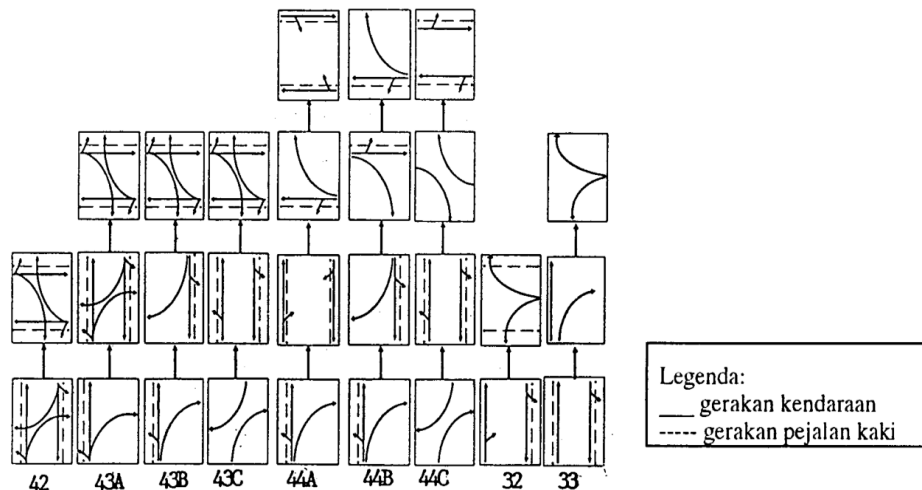
Lebar pendekat efektif didapat dari setiap pendekat berdasar informasi tentang lebar pendekat (W_a), lebar masuk (W_{MASUK}), lebar (W_{KELUAR}), dan Lebar lajur LTOR, seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar III. 7 Lebar Masuk, Lebar Keluar, LTOR
Sumber : MKJI, 1997

3.4.4 Penentuan Fase Sinyal

Fase sinyal terbagi menjadi dua jenis, yaitu fase terlindung dan fase terlawan, fase terlindung ialah fase dimana pergerakannya tidak berpotongan dengan arus berlawanan dan sebaliknya fase terlawan adalah fase dimana ada pergerakan yang memotong arus lawan. Jenis jenis fase sinyal dapat dilihat pada gambar III.4 dibawah ini.



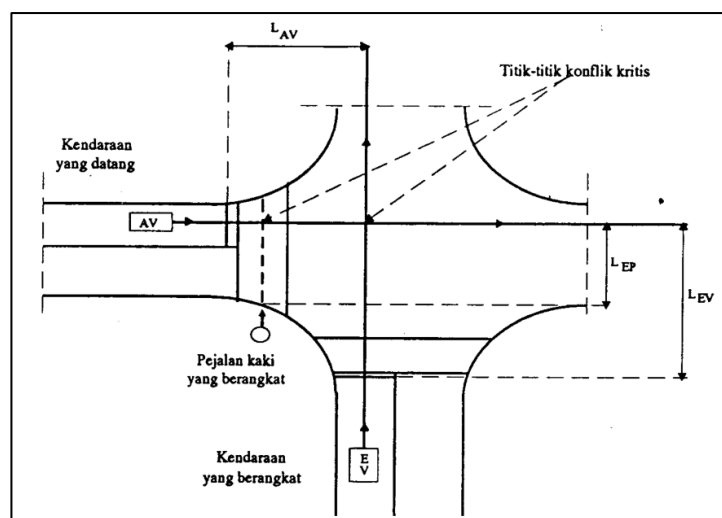
Gambar III. 8 Jenis jenis rencana fase sinyal
Sumber : MKJI, 1997

3.4.5 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (LTI)

Waktu hijau yang hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

Waktu antar hijau adalah waktu yang dibutuhkan untuk pengosongan setiap akhir fase dan hasil waktu antar hijau IG (*Integreen*) per fase sedangkan Waktu hilang adalah jumlah dari waktu antar hijau per siklus atau biasa disebut LTI (*Lost Time Intergreen*).

Waktu *All Red* digunakan untuk pengosongan setiap akhir fase agar ada kesempatan bagi kendaraan terakhir dalam *platoon* (yang melewati garis henti pada awal sinyal hijau) untuk berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya pada titik yang sama, sehingga *all red* merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik dan Panjang dari kendaraan yang berangkat. Detail perhitungan *all red* dapat dilihat pada gambar dan rumus dibawah ini.



Gambar III. 9 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Sumber : MKJI, 1997

$$All\ Red = \left[\frac{(Lev + Iev)}{Vev} - \frac{Lav}{Vav} \right] max \quad (III.15)$$

Sumber : MKJI, 1997

di mana:

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

I_{EV} = Panjang Kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Nilai V_{EV} , V_{AV} dan I_{EV} tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal in.

Kecepatan Kendaraan yang datang

V_{AV} : 10m/det (bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat

V_{EV} : 10m/det (bermotor)

: 3m/det (tak bermotor)

: 1,2m/det (pejalan kaki)

Panjang kendaraan yang berangkat

I_{EV} : 5m (LV atau HV)

: 2m (MC atau UM)

Apabila periode merah untuk masing masing akhir fase telah ditetapkan, maka waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat ditetapkan sebagai jumlah dari waktu waktu antar hijau.

$$LTI = \sum (All\ Red + Amber) = \sum IG \quad (III.16)$$

Sumber : MKJI, 1997

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu-lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik (MKJI,1997).

3.4.6 Arus Jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi tertentu. Untuk penghitungan arus jenuh adalah dengan mengalikan semua faktor yang mempengaruhi dengan menggunakan rumus berikut:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \quad (\text{III.17})$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

- S = arus jenuh
- S_o = arus jenuh dasar
- F_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{sf} = faktor penyesuaian hambatan samping
- F_g = faktor penyesuaian kelandaian
- F_p = faktor penyesuaian parkir
- F_{rt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kanan
- F_{lt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

3.4.6.1 S_o (Arus Jenuh Dasar)

Untuk menghitung nilai arus jenuh dasar dapat di tentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$S_o = 600 \times W_e \quad (\text{III.18})$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

W_e = Lebar masuk suatu pendekat (meter)

3.4.6.2 F_{cs} (Faktor penyesuaian ukuran kota)

Faktor koreksi ukuran kota apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Untuk faktor penyesuaian ukuran kota pada penghitungan arus jenuh sama dengan faktor penyesuaian pada penghitungan kapasitas. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel III. 16 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (F_{cs})
<0.1	0.86
0.1-0.5	0.90
0.5-1.0	0.94
1.0-3.0	1.00
>3.0	1.04

Sumber : MKJI, 1997

3.4.6.3 F_{sf} (Faktor penyesuaian hambatan samping)

Faktor koreksi penyesuaian gesekan samping apabila semakin besar akan mengurangi tundaan dan antrian pada sebuah simpang, dapat dilihat pada tabel dibawah berikut:

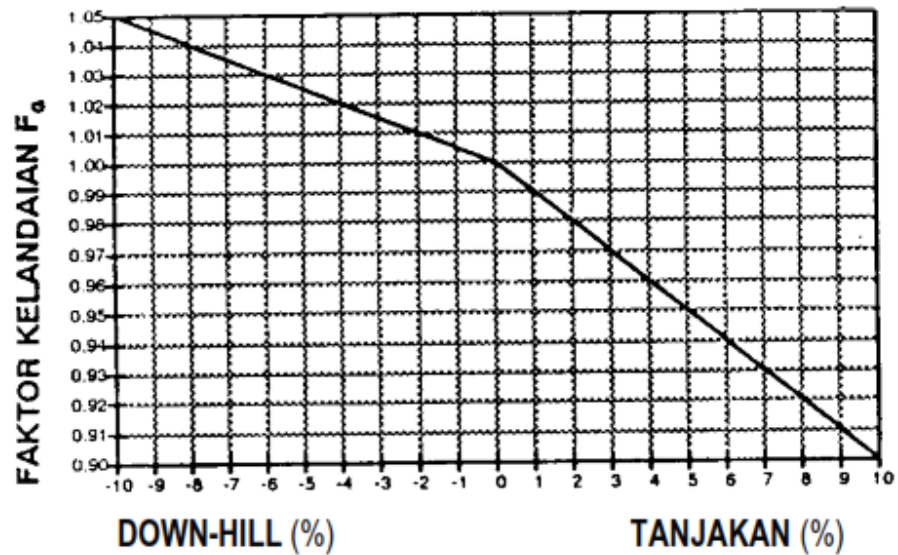
Tabel III. 17 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
1	2	3	4					
Komersial (com)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Tinggi	terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
	Sedang	terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
	Rendah	terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Permukiman (res)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
	Tinggi	terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
	Sedang	terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
	Rendah	terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas	tinggi/sedan g/rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	tinggi/sedan g/rendah	terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

Sumber : MKJI, 1997

3.4.6.4 Fg (Faktor penyesuaian kelandaian)

Faktor koreksi penyesuaian kelandaian apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Untuk menentukan faktor penyesuaian kelandaian digunakan gambar grafik.



Gambar III. 10 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian
Sumber : MKJI

3.4.6.5 F_p (Faktor penyesuaian parkir)

Faktor penyesuaian parkir dapat menggunakan gambar grafik sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang di parkir pertama. Faktor koreksi penyesuaian parkir apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Faktor penyesuaian parkir juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau:

$$F_p = [(L_p / 3 - (w_a - 2)) \times (L_p / 3 - g) / w_a] / g \quad (\text{III.19})$$

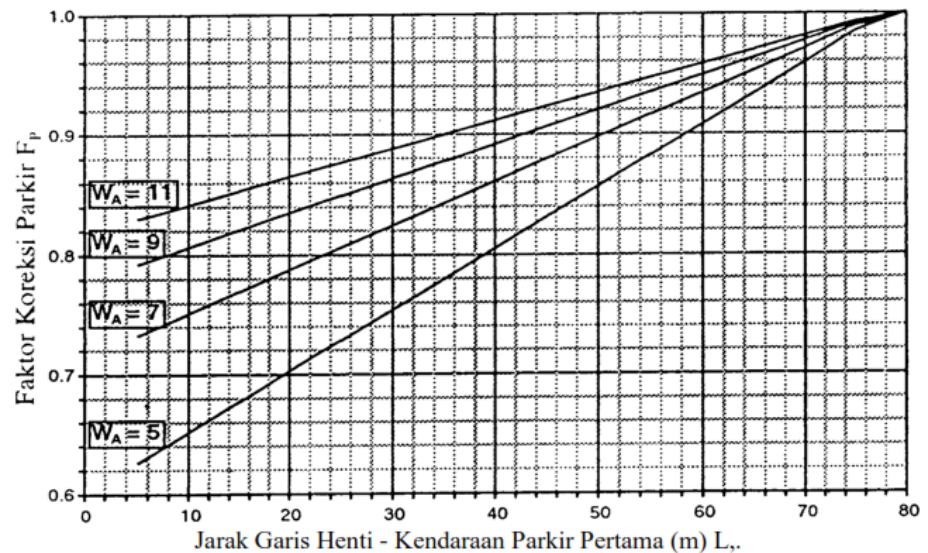
Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

W_a = lebar pendekat

L_p = jarak antar garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama

g = waktu hijau pada pendekat



Gambar III. 11 Faktor penyesuaian pengaruh parkir
Sumber : MKJI, 1997

3.4.6.6 Flt (Faktor penyesuaian belok kiri)

Di tentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri

$$Flt = 1.0 - Plt \times 0.16 \quad (III.20)$$

Sumber : MKJI, 1997

Pendekat-pendekat terlawan tipe O pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri. (sumber : MKJI, 1997)

Faktor koreksi penyesuaian belok kiri apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

3.4.6.7 Frt (Faktor penyesuaian belok kanan)

Rasio kendaraan belok kanan (hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah)

$$Frt = 1.0 + Prt \times 0.26 \quad (III.21)$$

Sumber : MKJI, 1997

Jadi untuk Frt 4 lengan sama dengan 1 karena Prt sama dengan 0, Faktorkoreksi penyesuaian belok kanan apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

3.4.7 Rasio Arus (FR)

Untuk menghitung Rasio Arus (FR) masing – masing pendekatan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$FR = Q/S \quad (III.22)$$

Sumber : MKJI, 1997

Beri tanda rasio arus kritis (Fr_{crit}) (=tertinggi) pada masing – masing fase.

3.4.8 Rasio Arus Simpang (IFR)

Untuk menghitung rasio arus kritis (IFR) sebagai jumlah dari nilai – nilai FR yang dilingkari (=kritis) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \quad (III.23)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.9 Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase (PR) masing – masing fase sebagai rasio antara Fr_{crit} dan IFR dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$PR = FR_{crit} / IFR \quad (III.24)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.10 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Volume lalu lintas mempengaruhi panjang waktu siklus pada fixed time operation. Panjang waktu siklus akan mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati simpang.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (III.25)$$

Sumber : MKJI, 1997

di mana:

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang (ΣFR_{crit})

Pada Tabel dibawah ini dapat terlihat waktu siklus yang disarankan untuk tipe pengaturan fase yang berbeda.

Tabel III. 18 Waktu Siklus yang disarankan

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

Sumber : MKJI, 1997

3.4.11 Waktu Hijau

Pada umumnya pembagian waktu hijau pada kinerja suatu simpang bersinyal lebih peka terhadap kesalahan daripada panjangnya waktu siklus.

$$gi = (cua - LTI) \times PRi \quad (III.26)$$

Sumber : MKJI, 1997

dimana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

PR_i = Rasio fase $FR_{crit}/\Sigma FR_{crit}$

3.4.12 Waktu Siklus yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan (c) sesuai waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang (LTI).

$$c = \Sigma g + LTI \quad (III.27)$$

Sumber : MKJI, 1997

dimana:

c = Waktu siklus yang disesuaikan (c)

3.4.13 Kapasitas (C)

Penghitungan kapasitas pada masing-masing pendekat di gunakan rumus berikut :

$$C = S \times (g/c) \quad (III.28)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.14 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} \quad (III.29)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.15 Jumlah Antrian (NQ)

Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Untuk derajat kejenuhan, $DS > 0,5$ maka penghitungan jumlah antrian menggunakan rumus berikut ini :

$$NQ1 = 0.25 \times C \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8X(DS - 0,5)}{C}} \quad (III.30)$$

Sumber : MKJI, 1997

Sedangkan untuk nilai $DS \leq 0,5$ $NQ1 = 0$

$NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Untuk menentukan jumlah antrian yang datang selama fase merah digunakan rumus sebagai berikut ini :

$$NQ2 = C \times \frac{1 - GR}{(1 - GR) \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (III.31)$$

Sumber : MKJI, 1997

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah

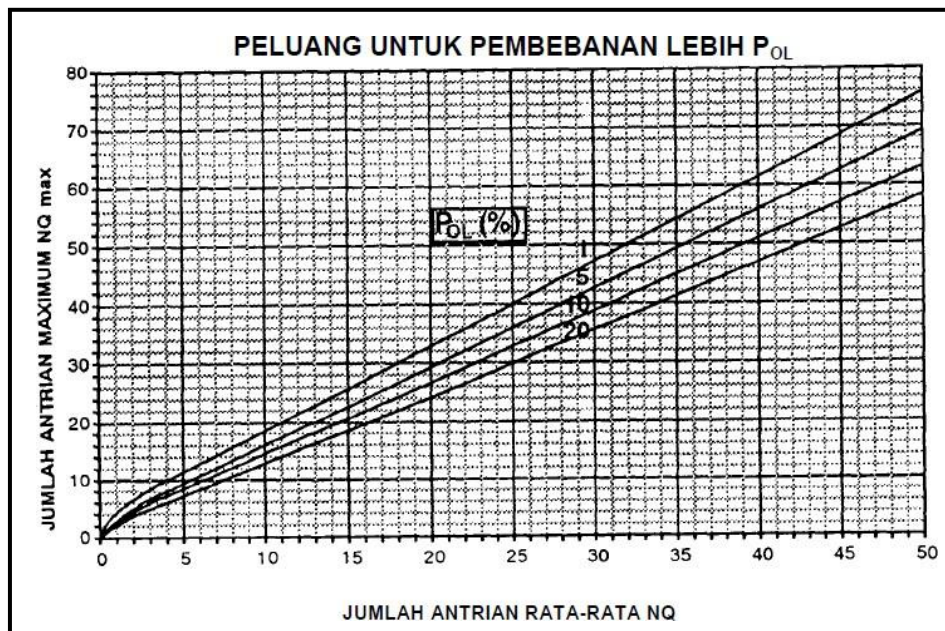
Untuk mendapatkan berapa jumlah antrian total yaitu dihitung dengan cara menjumlahkan jumlah antrian yang pertama dengan jumlah antrian yang kedua.

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (III.32)$$

Sumber : MKJI, 1997

Gunakan Gambar di bawah, untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL(%), dan masukkan hasil nilai NQMAX. Untuk perancangan dan perencanaan

disarankan $POL \leq 5 \%$, untuk operasi suatu nilai $POL = 5 - 10 \%$ mungkin dapat diterima.



Gambar III. 3 Perhitungan jumlah antrian (NQMAX) dalam smp
Sumber : MKJI, 1997

3.4.16 Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian di hitung dengan mengalikan NQ maks dengan luas rata – rata yang dipergunakan per smp. Luas rata – rata yang digunakan adalah 20m². Rumus yang digunakan untuk menghitung panjang antrian adalah sebagai berikut :

$$QL = \frac{(NQ_{max} \times 20)}{We} \quad (III.33)$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan: QL = Panjang antrian (m)

Menurut MKJI,1997, NQ maks dapat di cari dengan menggunakan grafik *probability over loading* (Pol) / peluang pembebanan lebih seperti gambar diatas.

3.4.17 Laju Henti (NS)

Laju henti masing-masing pendekat dapat definisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (III.34)$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

NS = laju henti (stop/smp)

NQ = jumlah antrian (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

Setelah menghitung laju henti, untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekat dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$Nsv = Q \times NS \quad (III.35)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.18 Tundaan (D)

Setiap pendekat tundaan lalu lintas rata-rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang. Untuk menghitung tundaan lalu lintas rata-rata dapat di hitung dengan menggunakan rumus rumus berikut ini :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR) \times DS} + \frac{NQ \times 3600}{C} \quad (III.36)$$

Sumber : MKJI, 1997

Nilai tundaan geometrik pada masing – masing kaki simpang di hitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_t \times 6 + (P_{sv} \times 4) \quad (III.37)$$

Sumber : MKJI, 1997

Nilai tundaan rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = DT + DG \quad (III.38)$$

Sumber : MKJI, 1997

Tundaan rata-rata pada tiap-tiap kaki simpang di hitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$D_i = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}} \quad (III.39)$$

Sumber : MKJI, 1997

3.4.19 Standarisasi

Penyesuaian kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang terdapat padatablel dibawah ini.

Tabel III. 19 Penyesuaian SMP Pada Simpang Bersinyal

TIPE KENDARAAN	PENDEKAT TERLINDUNG	PENDEKAT TERLAWAN
1	2	3
SEPEDA MOTOR	0,2	0,4
KENDARAAN RINGAN	1	1
KENDARAAN BERAT	1,3	1,3
KEND. TAK BERMOTOR	0,5	1

Sumber : MKJI, 1997

3.4.20 Tingkat Pelayanan

Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, diketahui tingkat pelayanan pada persimpangan yang di klasifikasikan atas :

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan

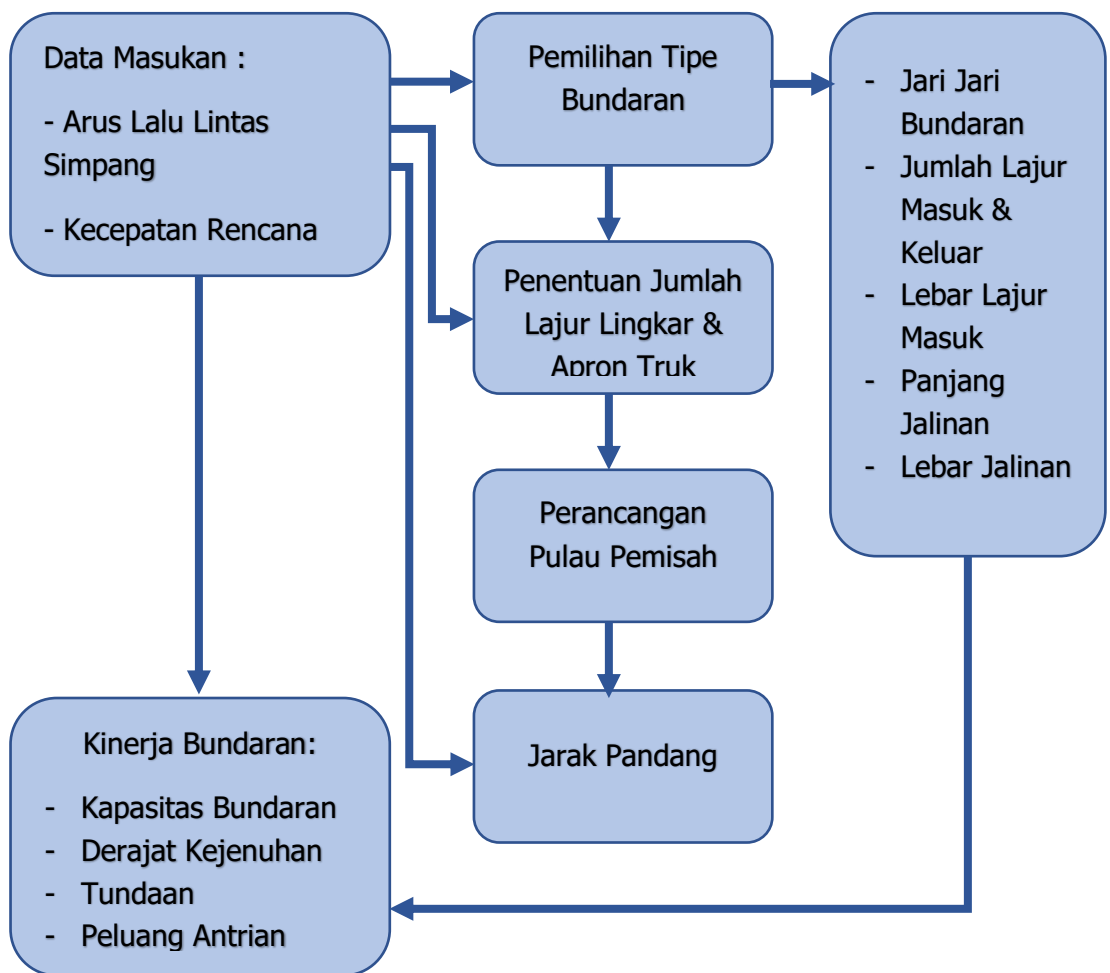
3.4.21 Penempatan Apil

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 62 Tahun 1993 pasal 24 bahwa "APILL yang ditempatkan pada persimpangan di sisi jalur lalu lintas memiliki tinggi sekurang kurangnya 3,00meter dari permukaan jalan, apabila ditempatkan di atas permukaan jalan, lampu paling bawah sekurang kurangnya 5,50m dari permukaan jalan". Menurut modul perencanaan perlengkapan jalan, Oleh Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dijelaskan bahwa jarak armature ke tepi terluar bahu jalan adalah 60cm.

3.5 BUNDARAN

3.5.1 Perencanaan Bundaran

Tahapan perencanaan dan analisis bundaran didasarkan pada Pedoman Perencanaan Bundaran oleh Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah Tahun 2004 dan MKJI 1997 sebagaimana yang dapat dilihat pada bagan dibawah ini.



Gambar III. 12 Bagan Alir Perencanaan & Perhitungan Kinerja Bundaran

Sumber : MKJI, 1997

3.5.1.1 Elemen Bundaran

Secara fisik bundaran terdiri atas :

- 1) Pulau bundaran;
- 2) Jalur lingkar;
- 3) Lindasan truk/apron truk;
- 4) Pulau pemisah.

3.5.1.2 Data Arus Lalu Lintas Terklasifikasi

Konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan arus dalam kend/jam dengan emp yang tercatat pada formulir seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel III. 20 EMP Arus Lalu Lintas Bundaran

Kendaraan	Ekivalensi Mobil Penumpang
LV	1
HV	1.3
MC	0.5

Sumber : MKJI, 1997

3.5.1.3 Pemilihan Tipe Bundaran

Ada beberapa tipe bundaran berdasarkan MKJI, 1997, yaitu R10-11, R10-12, R10-22, R14-22 dan R20-22 dimana masing masing tipe bundaran tersebut didefinisikan sebagai berikut.

Tabel III. 21 Definisi tipe bundaran

Tipe Bundaran	Jari Jari Bundaran	Jumlah lajur masuk Jalan Minor	Jumlah Lajur Masuk Jalan Mayor	Lebar lajur masuk W1 (m)	Panjang Jalinan Lw (m)	Lebar Jalinan Ww (m)
R10-11	10	1	1	3,5	23	7
R10-12	10	1	2	7,0	27	9
R10-22	10	2	2	7,0	27	9
R14-22	14	2	2	7,0	31	9
R20-22	20	2	2	7,0	43	9

Sumber : MKJI,1997

Pemilihan tipe bundaran dapat dipilih berdasarkan arus simpang total, sebagaimana pada Tabel dibawah ini.

Tabel III. 22 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1					
Ukuran kola (Juta)	Rasio (Q_{M}/Q_{A})	LT/RT	Tipe jalinan					
			R10-11	R10-12	R14-12	R10-22	R14-22	R20-22
1-3 Juta	1/1	10/10	< 2200	2200	-	2700	-	3350-4300
	1.5/1		< 2200	2200	-	2700	-	3250-4100
	2/1		< 2150	2150	-	2700	-	3250-4150
	3/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	4/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	1/1	25/25	< 2400	2400	-	2850	-	3400-4450
	1.5/1		< 2200	2200	-	2950	-	3350-4300
	2/1		< 2150	2150	-	2950	-	3250-4100
	3/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-4000
	4/1		< 2050	2050	2750	2850	3000	3150-4000
0.5-1Juta	1/1	10/10	< 2150	2150	2550	2700	3150	3350-3950
	1.5/1		< 2050	2050	2550	2700	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2550	2700	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2550	2700	3000	3150-3800
	4/1		< 2000	2000	2600	2700	3000	3150-3800
	1/1	25/25	< 2200	2200	2700	2750	3350	3500-4300
	1.5/1		< 2150	2150	2750	2850	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2600	2750	3000	3150-3800
	4/1		< 1900	1900	2600	2700	2950	3100-3650

Sumber : MKJI,1997

3.5.1.4 Jumlah Lajur Lingkar

Jumlah lajur lingkar maksimum bundaran yang diatur dalam pedoman ini adalah 2 lajur lingkar. Jumlah lajur lingkar ditentukan berdasarkan volume lalu lintas harian rencana pada persimpangan. Volume lalu lintas harian rencana yang lebih besar dari 40.000 kendaraan per hari tidak dapat mengikuti ketentuan pedoman ini. Jumlah lajur pada jalur masuk atau jalur keluar tidak boleh lebih besar dari jumlah lajur pada jalur lingkar

Tabel III. 23 Jumlah Lajur Lingkar

No	Volume lalu lintas harian rencana persimpangan (kendaraan per hari)	Jumlah lajur lingkar
1	< 20.000	1
2	20.000 – 40.000	2

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3.5.1.5 Bundaran Sederhana Dan Bundaran Lajur Tunggal

Bundaran sederhana dan bundaran lajur tunggal merupakan bundaran yang memiliki 1 lajur lingkar pada jalur lingkar, lajur masuk dan lajur keluar. Lebar jalur lingkar minimum merupakan lebar dari jalur masuk dan kebutuhan manuver membelok dari kendaraan, lebar antara 4.30m –4.90m.

3.5.1.6 Bundaran Lajur Ganda

Bundaran lajur ganda merupakan bundaran yang memiliki 2 lajur lingkar pada jalur lingkar, lajur masuk dan lajur keluar.

3.5.1.7 Pulau Bundaran

Bentuk geometri yang umum dipakai untuk pulau bundaran adalah lingkaran. Selain lingkaran, seperti bentuk oval, tidak disarankan. Pulau bundaran harus memberikan pandangan yang cukup bagi pengendara untuk dapat mengantisipasi kendaraan dari arah lengan pendekat lain. Penempatan obyek di dalam pulau bundaran harus memperhatikan jarak pandang jalur lingkar dan jarak pandang henti jalur lingkar. Pulau bundaran dapat dilengkapi dengan apron truk, untuk desain bundaran yang mengakomodasi kendaraan rencana truk dan trailer. Lebar apron truk berkisar antara 1- 4 meter.

3.5.1.8 Superelevasi Jalur Lingkar

Superelevasi jalur lingkar bundaran sebesar 2%, superelevasi apron truk sebesar 3 % - 4 %.

3.5.1.9 Kecepatan Rencana.

Kecepatan rencana pada persimpangan digunakan untuk menentukan radius masuk dan radius keluar dimana pada penelitian ini digunakan pengambilan data secara langsung dengan melaksanakan survey MCO (*Moving Car Observer*) pada masing masing pendekat.

3.5.1.10 Lajur Masuk Dan Lajur Keluar (Entry And Exit)

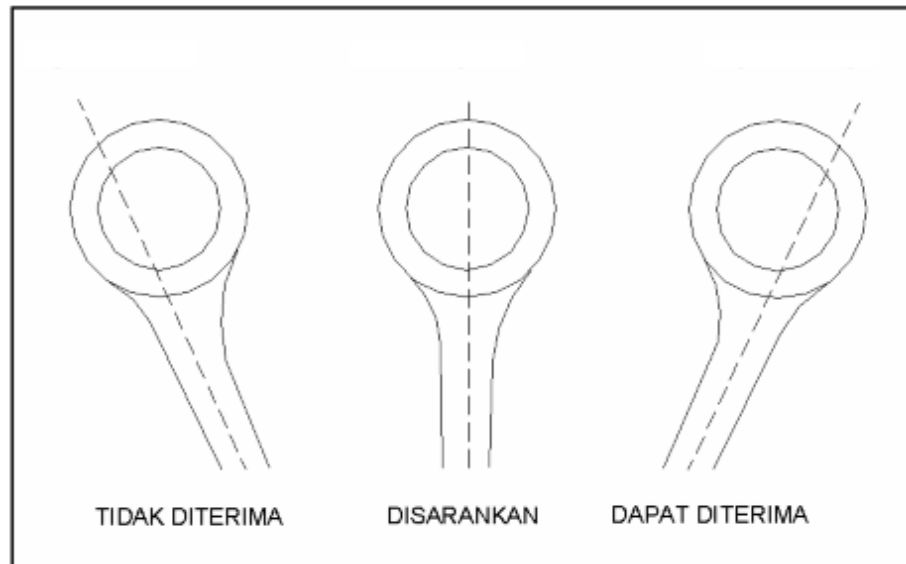
Lebar lajur masuk untuk bundaran dengan lajur tunggal maupun lajur ganda berkisar antara 4.30 m – 4.90 m. Lajur masuk dapat dimodifikasi, diubah untuk meningkatkan kapasitas dengan cara :

- a) Memberikan lajur tambahan atau lajur paralel pada lengan pendekat;
- b) Melebarkan pendekat secara gradual (*flare*).

Kesinambungan *radius* masuk dengan jalur lingkaran secara signifikan akan memberikan dampak kepada aspek keselamatan. *Radius* masuk/keluar, pulau bundaran dan jalur lingkaran memberikan kontribusi kepada manuver kendaraan yang akan masuk atau keluar jalur lingkaran.

3.5.1.11 Alinyemen Horizontal Pendekat

Titik pusat bundaran seharusnya ditempatkan pada perpotongan sumbu (*centerline*) dari masing-masing lengan pendekat. Namun dimungkinkan pula jika sumbu dari salah satu lengan bergeser ke arah kanan dari titik pusat bundaran. Namun tidak dibenarkan jika sumbu salah satu pendekat bergeser ke arah kiri dari titik pusat bundaran.



Gambar III. 13 Alinyemen Horizontal yang Disarankan

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3.5.1.12 Radius Masuk Dan Radius Keluar

Radius masuk dan *radius* keluar bundaran ditentukan oleh persamaan tabel berikut

Tabel III. 24 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar

No.	Kecepatan rencana pendekat (km/h)	<i>Radius</i> minimum masuk dan keluar (m)
1.	20	9
2.	25	15
3.	30	24
4.	35	36
5.	40	51
6.	45	70
7.	50	94

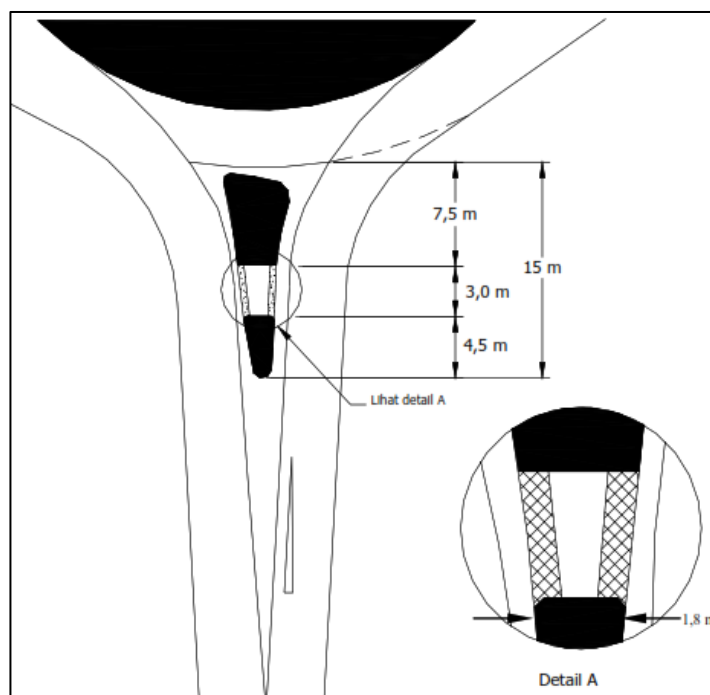
Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004, 2004

3.5.1.13 Kelandaian Dan Superelevasi Lengan Pendekat

Kelandaian maksimum lengan pendekat dan daerah persimpangan bundaran pada persimpangan sebidang adalah 4 %.

3.5.1.14 Pulau Pemisah (Splitter Island)

Pulau pemisah harus tersedia di setiap lengan bundaran. Selain dipergunakan untuk membimbing kendaraan memasuki jalur lingkar, pulau pemisah juga berfungsi sebagai "tempat pemberhentian (*refuge*)" bagi penyeberang jalan dan membantu mengendalikan kecepatan. Total panjang minimum dari pulau pemisah lebih kurang 15 m. Meningkatkan lebar dari pulau pemisah secara signifikan akan memberikan kontribusi tingkat kecelakaan pada jalur lingkar. Dimensi dari hidung pulau pemisah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar III. 14 Dimensi Pulau Pemisah

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3.5.1.15 Kebebasan Pandang Pada Bundaran Dan Wilayah Pendekat Bundaran

Desain bundaran harus memberikan kebebasan pandang kepada pengemudi untuk dapat mengantisipasi pergerakan kendaraan di jalur lingkaran maupun kendaraan yang memasuki daerah persimpangan bundaran. Karena itu, seluruh wilayah yang termasuk dalam daerah kebebasan pandang pengemudi harus terbebas dari obyek yang dapat mengganggu kebebasan pandang. Wilayah kebebasan pandang diukur dari titik A yang terletak 15 m sebelum garis prioritas. Dari jarak tersebut, pengemudi harus dapat mengantisipasi kendaraan yang bergerak pada jalur lingkaran (d2) maupun kendaraan pada lengan pendekat yang akan memasuki jalur lingkaran dari arah kanan (d1). Kebebasan pandang samping ditentukan dengan menarik garis sepanjang b m. ke arah tepi lengan pendekat di sebelah kanan. Panjang garis b ditentukan berdasarkan kecepatan dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel III. 25 Jarak Pandang Ke Lengan Bundaran

Kecepatan konflik (V konflik) (km/jam)	Jarak pandang lengan bundaran (b)(meter)
20	36
25	45
30	54
35	63
40	72

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3.5.1.16 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti ditentukan berdasarkan kecepatan seperti dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel III. 26 Jarak Pandang Henti Minimum

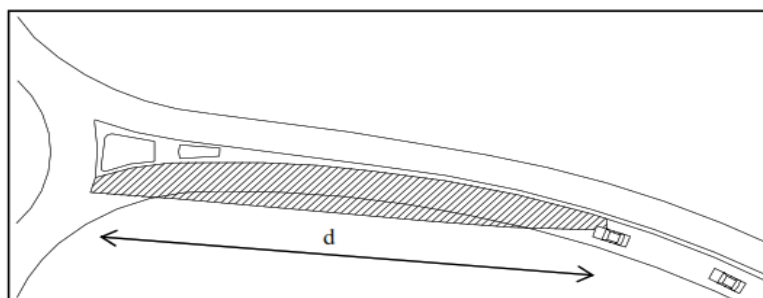
No	Kecepatan (km/h)	Jarak pandang henti minimum (meter)
1	10	8
2	20	19
3	30	31
4	40	46
5	50	63

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

Khusus untuk perencanaan persimpangan dengan bundaran terdapat 2 jarak pandang henti yang harus dihitung, yaitu :

(1) Jarak pandang henti pendekat

Jarak pandang henti ini merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek atau penyeberang jalan pada lengan pendekat

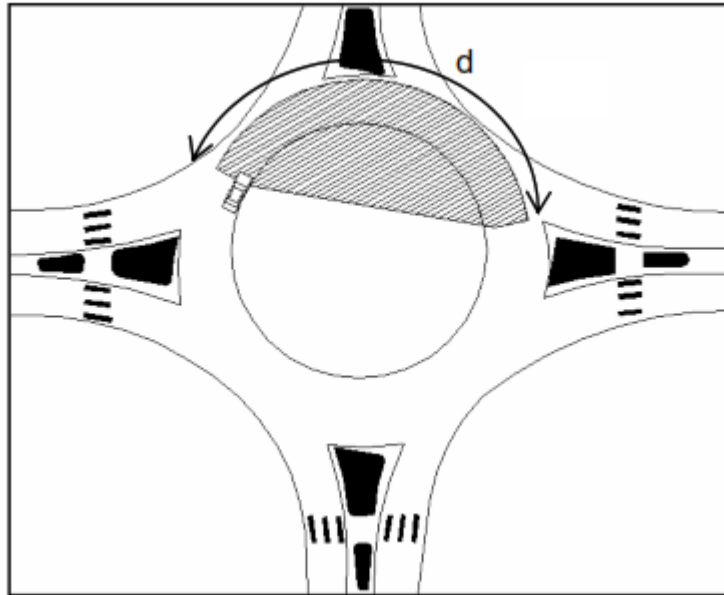


Gambar III. 15 Jarak Pandang Henti Pendekat

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

(2) Jarak pandang henti jalur lingkaran

Jarak pandang henti ini merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek di jalur lingkaran.



Gambar III. 16 Jarak Pandang Henti Lajur Lingkaran
Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang, 2004

3.5.1.17 Perhitungan Rasio Jalinan

Arus masuk bundaran (Q_{masuk}) untuk masing masing bagian jalinan bundaran perlu dihitung dengan cara menjumlahkan arus- arus per tempat masuk. Arus menjalin total dihitung dari masing masing dari 3 bagian jalinan, AB, BC, CA. Lalu hitung menjalin (P_w) dengan cara $P_w = Q_w / Q_{tot}$. Hitung rasio kendaraan tak bermotor bagian jalinan secara menyeluruh yaitu arus kendaraan tak bermotor total dengan arus total dalam kend/jam. Berikut ini merupakan rasio arus jalinan apabila belum ada informasi data yang lebih baik.

Tabel III. 27 Arus Jalinan Apabila Belum ada Data yang lebih Baik

Faktor	Normal
Rasio Jalinan P_w	0.75
Rasio Belok kiri P_{lt}	0.15
Rasio belok kanan P_{rt}	0.15
Faktor-smp, F_{smp}	0.83

Sumber : MKJI

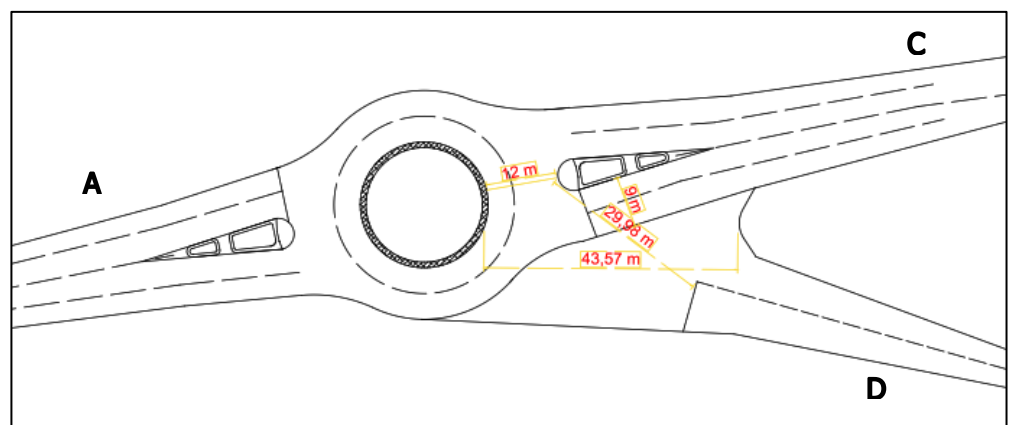
3.5.1.18 Perhitungan Gerakan Menjalin

Gerakan tiap jalinan pada simpang 3 dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel III. 28 Perhitungan Gerakan Menjalin 3 Kaki Lengan

Bagian Jalinan	Arus Masuk Bundaran Q_{masuk}	Arus Masuk Bagian Jalinan Q_{TOT}	Arus Menjalin Q_w	Rasio Menjalin P_w
AC	$A = A_{ST} + A_{RT} + A_{UT}$	$A + D - D_{LT} + C_{UT}$	$A - A_{ST} + D_{RT}$	Q_{WAB} / Q_{AB}
CD	$C = C_{LT} + C_{ST} + C_{UT}$	$C + A_{RT} + A_{UT}$	$C - C_{LT} + A_{RT} + D_{UT}$	Q_{WCD} / Q_{CD}
DA	$D = D_{LT} + D_{RT} + D_{UT}$	$D + C_{ST} + C_{UT}$	$D - D_{LT} + C_{ST} + A_{UT}$	Q_{WDA} / Q_{DA}

Sumber : MKJI, 1997



Gambar III. 17 Visualisasi Bundaran 3 Lengan

Sumber : Analisa Penulis

3.5.2 Kinerja Bundaran

3.5.2.1 Kapasitas Bundaran

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Perhitungan kapasitas bundaran dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times \left(1 + \frac{W_E}{W_W}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{P_W}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{W_W}{L_W}\right)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (\text{III.40})$$

Sumber : MKJI, 1997

- W_E = Lebar masuk rata-rata
- W_W = Lebar jalinan
- L_W = Panjang jalinan
- F_{CS} = Faktor ukuran kota
- P_{um} = Kend. tak bermotor
- P_w = Rasio jalinan

a) Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Variabel masukan adalah lebar jalinan (W_W), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_W), rasio menjalin (P_W) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_W/L_W):

$$C_o = 135 \times W_W^{1,3} \times \left(1 + \frac{W_E}{W_W}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{P_W}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{W_W}{L_W}\right)^{-1,8} \quad (\text{III.41})$$

Sumber : MKJI, 1997

b) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel III. 29 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (Juta Jiwa)	Fcs
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

c) Faktor Penyesuaian Tipe Lingkuran, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang dapat disesuaikan dengan tabel dibawah ini.

Tabel III. 30 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan,
Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	> 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI, 1997

d) Perhitungan Kapasitas Bundaran

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_O \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (\text{III.42})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.5.2.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi. Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai;

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \quad (III.43)$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana;

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

F_{smp} = Faktor smp;

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

C = Kapasitas.

3.5.2.3 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Dihitung sebagai berikut.

$$DT = 2 + 2,68982 * DS - (1 - DS) \times 2 \quad (III.44)$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana;

DT = tundaan lalu lintas bagian jalinan

DS = derajat kejenuhan

3.5.2.4 Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DTi)

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran. Dihitung sebagai berikut.

$$DT_R = \frac{\sum Q_i \times DT_i}{Q_{masuk}} ; I = 1 \dots n \quad (III.45)$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana;

I = bagian jalinan i dalam bundaran

n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran

Q = arus total pada bagian jalinan I (smp/jam)

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

Q_{MASUK} = Jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

3.5.2.5 Tundaan Bundaran (Dg)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu-lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan menambahkan tundaan geometric rata-rata (4det/smp) pada tundaan lalu-lintas sebagaimana berikut ini:

$$D_R = DT_R + 4 \quad (\text{III.46})$$

Sumber : MKJI, 1997

3.5.2.6 Peluang Antrian Bundaran (OPg%)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai:

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

Sampai

$$QP\% = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3$$

(III.47)

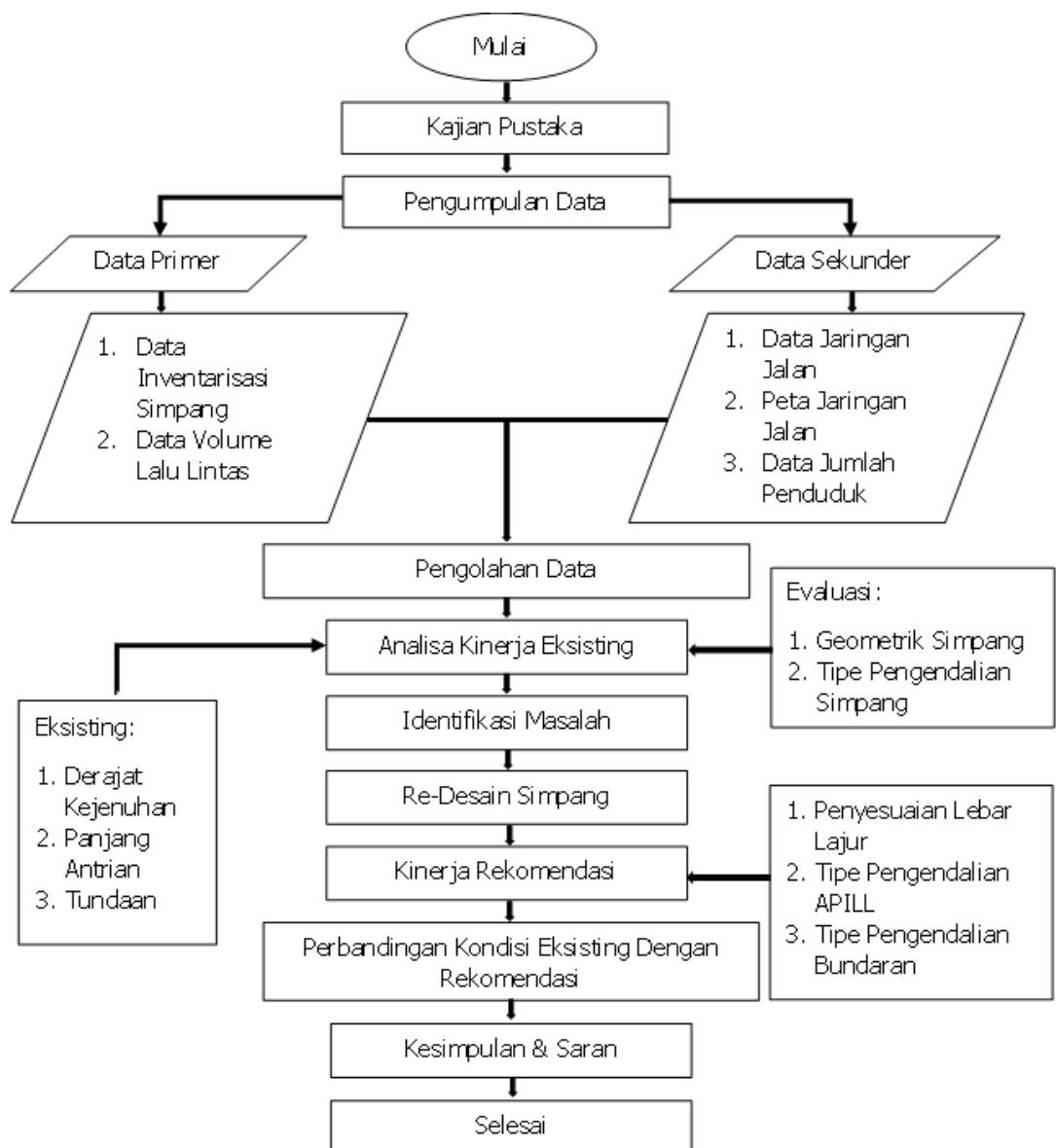
Sumber : MKJI, 1997

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 BAGAN ALIR PENELITIAN

Berikut merupakan bagan alir penelitian dalam re-desain simpang yang ada dalam kajian ini:



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

Sumber : Analisa Penulis

4.2 ALUR PIKIR PENELITIAN

Alur pikir penelitian merupakan tahapan – tahapan kegiatan yang dilakukan dalam melakukan analisa dari tahap awal penelitian sampai pada tahap akhir penelitian, dimana akan menghasilkan suatu usulan – usulan dan kesimpulan. Alur pikir penelitian tersebut sangat penting adanya, agar pembaca dapat mengerti dengan menjelaskan dan meringkas mengenai objek yang ditulis serta alur dari penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan analisa penelitian :

4.2.1 Identifikasi masalah

Pada tahapan proses identifikasian masalah ini akan mendapatkan berbagi masalah yang terdapat pada wilayah studi setelah didapatkan beberapa masalah yang ada, kemudian diambil beberapa permasalahan untuk dirumuskan.

4.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data inventarisasi ruas jalan dan wilayah studi, data volume lalu lintas, dan kecepatan lalu lintas, data kepadatan lalu lintas, serta data kapasitas dan tingkat pelayanan. Sedangkan data sekunder meliputi peta jaringan jalan dan peta wilayah studi.

4.2.3 Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka dari data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan kondisi eksisting serta kondisi mendatang dari wilayah studi.

4.2.4 Keluaran (Output)

Tahap ini merupakan tahap menindaklanjuti alternatif terbaik dalam melakukan re-desain guna meningkatkan kinerja simpang Tiga Kadilangu di Kabupaten Sukoharjo.

4.2.5 Pengumpulan Data Primer

Pada umumnya data primer didapatkan dari survei - survei yang dilakukan secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data persimpangan, yaitu:

4.2.5.1 Survei Inventarisasi Simpang

Survei ini merupakan suatu kegiatan pendataan kondisi sarana, prasarana serta lingkungan sekitar persimpangan sehingga diketahui bagaimana keadaan sesungguhnya di lapangan.

1) Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu:

- *Walking Measure;*
- *Roll Meter;*
- *Clip board;*
- Alat tulis.

2) Pelaksanaan Survei

Survei inventarisasi persimpangan ini dilaksanakan dengan cara mengamati, mengukur dan mencatat data ke dalam formulir survei, sesuai dengan target data yang akan diambil. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini adalah pengukuran langsung terhadap semua perlengkapan yang terdapat pada persimpangan.

3) Target data :

- Panjang dan lebar jalan;
- Jumlah dan jenis rambu;
- Kondisi tata guna lahan;
- Prasarana jalan lainnya.

4.2.5.2 Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi (CTMC)

Survei gerakan membelok terklasifikasi (survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi di persimpangan) ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas pada suatu persimpangan berdasarkan volume lalu lintas terklasifikasi yang mencakup jenis kendaraan dan arah gerakan kendaraan, dengan melakukan pengamatan dan pencacahan langsung pada tiap-tiap kaki persimpangan dalam periode waktu tertentu.

Tujuan pelaksanaan survei gerakan membelok adalah untuk mengetahui gerakan membelok guna melakukan analisa sistem pengendalian persimpangan, evaluasi desain geometrik persimpangan, dan kapasitas dengan referensi khusus terhadap lalu lintas yang belok kanan dan studi-studi hambatan. Survei ini perlu dilakukan karena sebagian besar hambatan perjalanan terjadi pada persimpangan yang disebabkan karena persimpangan merupakan suatu sistem pembagian ruang, jadi bila satu kendaraan memperoleh prioritas, maka kendaraan yang lain akan terhambat. Prioritas diperlukan untuk memperkecil dan mengendalikan konflik yang terjadi, khususnya antara lalu lintas yang bergerak lurus dengan lalu lintas yang belok kanan dari arah yang berlawanan.

1) Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu:

- *Counter*;
- Alat tulis;
- *Clipboard*.

2) Tata cara survei :

- Surveyor menempati titik survei pada kaki persimpangan dan sedapat mungkin mampu mengamati gerakan arus lalu lintas;
- Surveyor minimal berjumlah 3 orang yang masing-masing bertugas mencatat jumlah kendaraan yang belok kanan, kiri dan lurus;
- Kendaraan dihitung untuk setiap interval waktu 15 menit dalam 1 jam selama peak hours (pagi, siang dan sore hari);

3) Target data :

- Jumlah kendaraan yang melakukan gerakan membelok di persimpangan;
- Arus jenuh persimpangan;
- Konflik yang terjadi di persimpangan.

4.2.6 Pengumpulan Data Sekunder

Dalam pengumpulan data sekunder ini, data yang didapatkan dari instansi-instansi terkait seperti Dinas Perhubungan Kabupaten Sukoharjo dan Dinas Bina Marga, untuk mendapatkan data peta jaringan jalan dan data jaringan jalan Kabupaten Sukoharjo.

4.3 METODE ANALISIS

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Analisis Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal

Analisis kinerja persimpangan Tak bersinyal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari persimpangan eksisting yang analisis perhitungannya menggunakan pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

2. Analisis Perencanaan Simpang APILL

Analisis Perencanaan simpang APILL dimaksudkan untuk memberikan usulan perencanaan mengenai tipe pengendalian simpang apill.

3. Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal

Analisis kinerja persimpangan bersinyal dilakukan untuk mengetahui kinerja persimpangan dalam kondisi usulan yang analisis perhitungannya menggunakan pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

4. Analisis Perencanaan Bundaran

Analisis Perencanaan bundaran dimaksudkan untuk mengetahui simulasi perencanaan mengenai apabila menggunakan tipe pengendalian simpang berupa bundaran.

5. Analisis Kinerja Bundaran

Analisis kinerja bundaran dilakukan untuk mengetahui kinerja bundaran usulan yang analisis perhitungannya menggunakan pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

6. Analisis Kondisi Usulan

Analisis kondisi usulan ini dilakukan dengan cara mencari kinerja persimpangan dari kondisi eksisting yang kemudian dilakukan peningkatan kinerja dari persimpangan yang dirasa sudah perlu dievaluasi dengan cara memberikan usulan – usulan yang tepat, efisien, dan efektif. Usulan – usulan yang diberikan antara lain:

- 1) Memperbaiki Geometrik Simpang
- 2) Merubah Tipe Pengendaliannya menjadi APILL
- 3) Menggunakan Tipe Pengendalian Berupa Bundaran

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 ANALISIS TIPE PENGENDALIAN SIMPANG

Pada kondisi eksisting Simpang Tiga Kadilangu memiliki arus lalu lintas yang padat. Volume lalu lintas pada kondisi eksisting ini didapat dari hasil survey gerakan membelok terklasifikasi yang setelah mendapatkan volume kendaraan perjam dikalikan dengan faktor emp dan didapat hasil dalam smp/jam seperti pada Tabel V.1 dibawah ini.

Tabel V. 1 Volume Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu

1	Komposisi		LV %	16%	HV %	3%	MC %	81%	Faktor-smp	0.006	Faktor-k	
	Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)			Kend. Tak Bermotor (UM) kend/jam
	emp	Arah	emp	1	emp	1.3	emp	0.5	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok	RKTb
	Pendekat/gerakan		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
2	A	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		LURUS	100	100	9	12	890	445	999	557	-	2
4		BELOK KANAN	171	171	15	20	774	387	960	577	0.509	4
5		Total	271	271	24	31	1,664	832	1,959	1,134	-	-
6	C	BELOK KIRI	12	12	-	-	15	8	27	19	-	-
7		LURUS	160	160	28	36	490	245	679	442	-	2
8		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9		Total	172	172	28	36	506	253	705	461	-	2
10		Jl. Mayor (A + C)	442	442	52	68	2,170	1,085	2,664	1,595	-	2
11	B	BELOK KIRI	113	113	42	55	726	363	881	530	0.955	6
12		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		BELOK KANAN	13	13	-	-	23	12	37	25	0.045	-
14		Total	126	126	42	55	749	374	917	555	1.000	6
15		Jl. Minor (B + D)	126	126	42	55	749	374	917	555	1.00	6
16	(A + C) + B	BELOK KIRI	125	125	42	55	741	370	907	550	0.256	6
17		LURUS	260	260	37	48	1,380	690	1,677	998	0.464	4
18		BELOK KANAN	184	184	15	20	798	399	997	602	0.280	4
19		(A + C) + (B + D)	569	569	94	122	2,918	1,459	3,581	2,150	0.536	14
20	Rasio (Jl. Minor)/{(Jl. Mayor) + (Jl. Minor)} Total									0.256	UM/MV	0.004

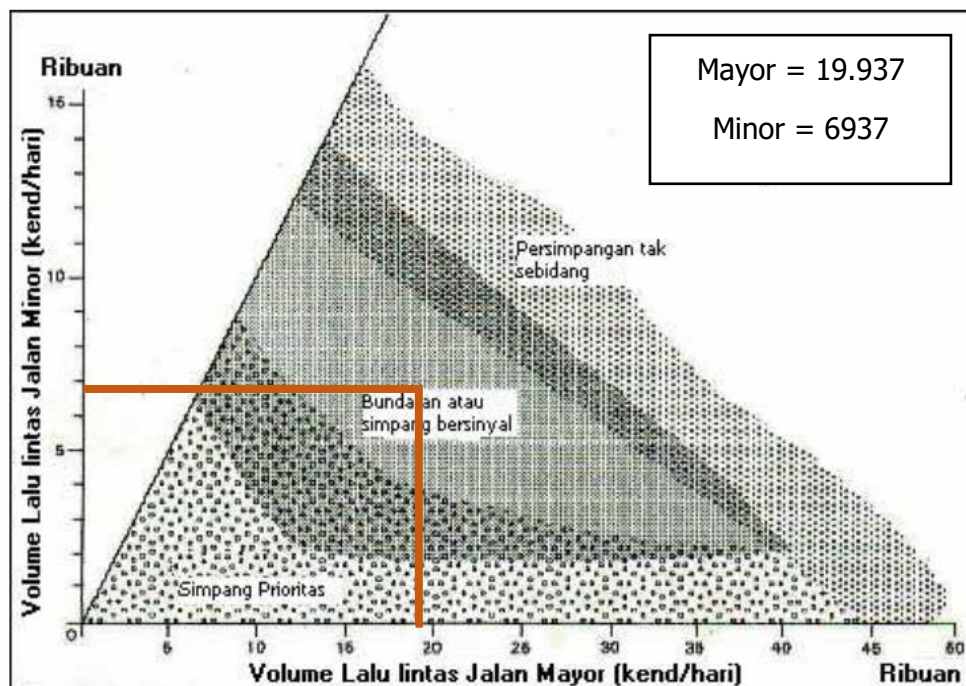
Sumber : Analisa Penulis

Setelah mengetahui arus lalu lintas dengan metode survey. Maka dapat dilakukan analisa terhadap tipe pengendalian simpang eksisting. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah tipe pengendalian eksisting saat ini telah sesuai dengan permintaan arus lalu lintasnya. Penentuan tipe pengendalian simpang dapat ditentukan menggunakan pedoman seperti gambar V.1 yang merupakan grafik penentuan tipe pengendalian simpang berdasarkan volume lalu lintas jalan mayor dan jalan minor.

Volume lalu lintas harian diperoleh dari perkalian volume jam perencanaan yang dipilih dari volume jam puncak dengan faktor k yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk kota/kabupaten dan tata guna lahan yang berada di sekitar simpang tersebut. Kabupaten Sukoharjo memiliki jumlah penduduk sebanyak 891.912 jiwa dan merupakan daerah komersial, maka faktor k yang digunakan adalah 8%. Dari perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 10. Didapat Volume Jalan Mayor dan Minor Berikut ini;

Volume Jalan Mayor = 19.937 kend/hari

Volume Jalan Minor = 6.937 kend/hari



Gambar V. 1 Grafik Pemilihan Tipe Pengendalian Simpang
Sumber : Departemen Permukiman & Prasarana Wilayah, 2004

Berdasarkan Analisa volume kaki mayor dan minor pada Simpang Tiga Kadilangu diketahui bahwa jenis pengendalian eksisting saat ini, tidak bersinyal kurang tepat untuk melayani permintaan arus lalu lintas, tipe pengendalian simpang yang tepat untuk kondisi arus lalu lintas simpang ini adalah tipe pengendalian APILL atau Bundaran.

5.2 ANALISIS VOLUME LALU LINTAS DAN GEOMETRIK SIMPANG

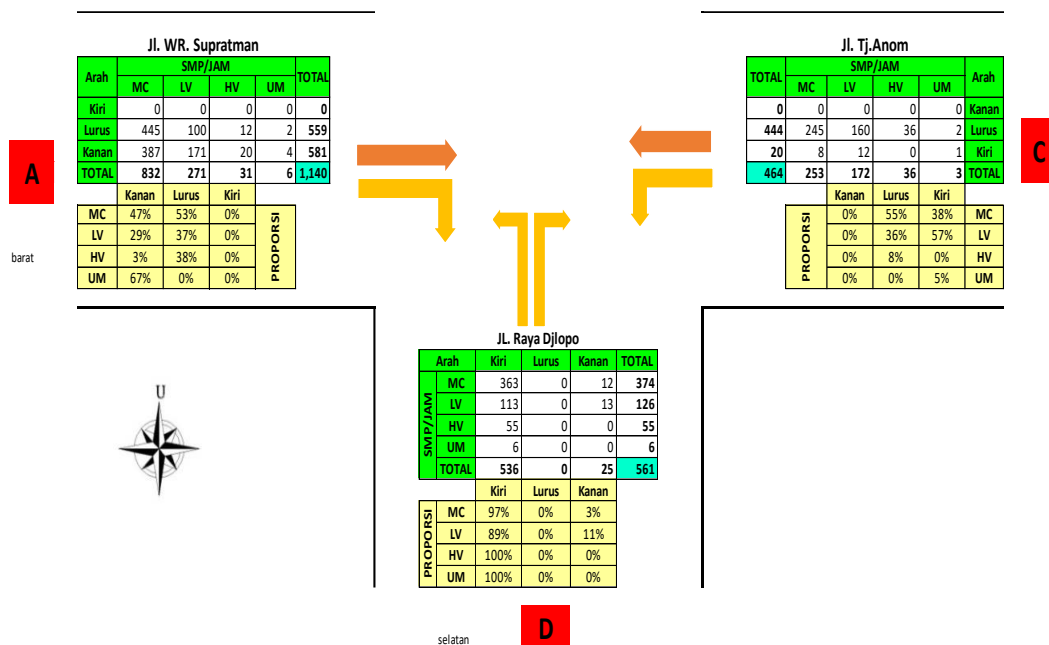
5.2.1 Volume

Simpang Tiga Kadilangu adalah simpang dengan tipe pengendalian Tidak Bersinyal yang memiliki volume tersibuk pada jam 06.15 – 07.15. Gerakan membelok pada simpang ini dapat dilihat pada gambar V.2 berikut dibawah ini.

Tabel V. 2 EMP Untuk Simpang Tak Bersinyal

Tipe Kendaraan	EMP
LV	1,0
HV	1,3
MC	0,5

Sumber : MKJI, 1997



Gambar V. 2 Gerakan Membelok Simpang 3 Kadilangu

Sumber : Hasil Analisa

5.2.2 Geometrik Simpang Eksisting

Simpang Tiga Kadilangu merupakan simpang dengan tipe 322, yaitu memiliki 3 lengan kaki simpang, dengan 2 lajur pendekat minor dan 2 lajur pada pendekat mayor dengan tipe pengendalian simpang berupa simpang tidak bersinyal, karakter masing masing pendekat dapat dilihat dibawah ini;

1. Kaki Simpang Barat

Nama Jalan : Jalan W.R Supratman
Status Jalan : Kabupaten
Fungsi Jalan : Kolektor
Tipe Jalan : 2/2 UD
Lebar Lajur Masuk: 4m
Lebar Lajur Keluar: 3m
Lebar Lajur Total : 7m

2. Kaki Simpang Timur

Nama Jalan : Jalan Tanjung Anom
Status Jalan : Kabupaten
Fungsi Jalan : Kolektor
Tipe Jalan : 2/2 UD
Lebar Lajur Masuk: 3m
Lebar Lajur Keluar: 3m
Lebar Lajur Total : 6m

3. Kaki Simpang Selatan

Nama Jalan : Jalan Raya Djlopo
Status Jalan : Kabupaten
Fungsi Jalan : Lokal
Tipe Jalan : 2/2 UD
Lebar Lajur Masuk: 3m
Lebar Lajur Keluar: 3m
Lebar Lajur Total : 6m

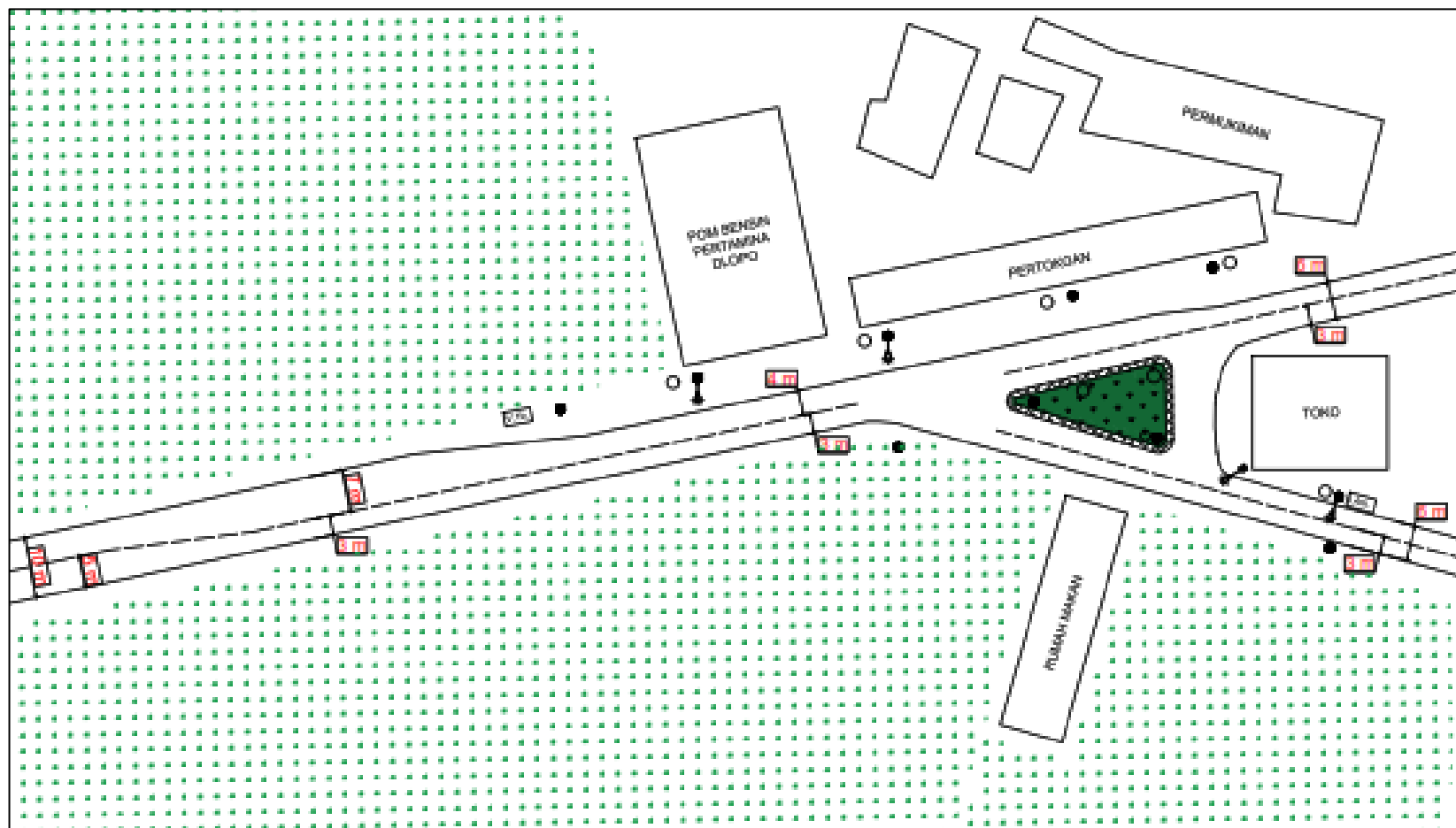
Lebar 3 kaki pendekat pada Simpang Tiga Kadilangu sudah memenuhi ketentuan lebar lajur standar.

Berdasarkan Pedoman Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Pada Persimpangan yaitu 3,0m/lajur untuk kelas jalan III, seperti yang dapat dilihat pada Tabel. Namun pada kaki simpang barat dan timur terdapat taper berupa penyempitan jalan yang menyebabkan *bottleneck* pada mulut simpang barat dan timur dimana diperlukan penyesuaian lajur guna mengatasi *bottleneck* ini. Lebih jelasnya geometrik simpang tiga kadilangu dapat dilihat pada Gambar V.3 dibawah ini.

Tabel V. 3 Standar Lebar Lajur Pada Persimpangan

Kelas Jalan	Tanpa Lajur Tambahan	Lebar Lajur (m) Menerus Sejajar Lajur Tambahan	Tambahan
I	3,5	3,00 – 3,25	3,25
II	3,25	2,75 – 3,00	3,0
III	3,00 – 3,25	2,75 – 3,00	2,50 – 2,75

Sumber : Pedoman Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Pada Persimpangan, 2002



Gambar V. 3 Kondisi Eksisting Geometrik Simpang Tiga Kadilangu
 Sumber : Hasil Analisa

5.3 ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA KADILANGU EKSISTING

Untuk mengetahui kinerja Simbang Tiga Kadilangu pada kondisi Eksisting maka diperlukan penilaian terhadap kinerja simbang tak bersinyal ini. Perhitungan kinerja dapat dilihat pada bagan alir analisis kinerja simbang tak bersinyal berikut dibawah ini.

5.3.1 Lebar Pendekat, Jumlah Lajur dan Tipe Simbang

Lebar pendekat merupakan lebar yang diukur pada jarak 10m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan yang berpotongan yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing masing pendekat yang ditentukan dengan persamaan berikut.

$$W_e = (a + b/2 + c/2) / 2 = (4 + 3 + 3)/2 = 3.33m$$

Dengan persamaan diatas, maka didapat nilai lebar rata-rata pendekat (W_e) yaitu sebesar 3.33m

5.3.2 Kapasitas Dasar (C_o)

Nilai kapasitas dilihat berdasarkan tipe simbang, sebagaimana pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 4 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simbang

Tipe Simbang	Kapasitas Dasar smp/jam
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : MKJI, 1997

Diketahui Simbang Tiga Kadilangu memiliki 3 lengan kaki simbang dengan 2 lajur pada jalan minor dan 2 lajur pada jalan mayor,

sehingga tipe simpangnya adalah 322 dan memiliki kapasitas dasar sebesar 2700 smp/jam

5.3.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar masuk adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar yang berhubungan dengan lebar masuk persimpangan, yang mana faktor penyesuaiannya dapat dihitung tipe simpang yang mana simpang 3 kadilangu bertipe 322, sehingga dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$F_w = 0.73 + 0.0760 W_e$$

Dengan nilai lebar rata rata pendekat (W_e) sebesar 3.33m maka diperoleh faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) sebesar 0.983

5.3.4 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Nilai faktor penyesuaian median jalan utama diketahui berdasarkan lebar median pada jalan utama Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3m atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit. Klasifikasi median dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 5 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe M	F_M
Tidak ada median jalan utama	Tidak Ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar $\geq$ 3m	Lebar	1,20

Sumber : MKJI, 1997

Karena Pada Jalan utama simpang ini tidak memiliki median, maka faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) bernilai 1.

5.3.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (Juta Jiwa)	F_{cs}
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten Sukoharjo memiliki penduduk sebanyak 891.912 jiwa, sehingga termasuk dalam klasifikasi faktor penyesuaian kota (F_{cs}) sedang yang bernilai 0.94.

5.3.6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkaran, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{RSU})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang dapat disesuaikan dengan tabel dibawah ini.

Tabel V. 7 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	> 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI, 1997

Berdasarkan survey ctmc, didapat jumlah kendaraan tidak bermotor sebanyak 14 dari total kendaraan 3.581 yang selanjutnya dapat diketahui rasio kendaraan tidak bermotor sebesar 0.004 yang mana Tipe Lingkungan Simpang 3 Kadilangu ini merupakan Komersial dengan kelas hambatan samping Rendah, sehingga didapat Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor sebesar 0.95

5.3.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat pergerakan belok kiri. prosentase belok kiri ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Plt = \frac{Q_{lt}}{Q_{tot}} = \frac{550}{2150} = 0.256$$

Setelah mendapat rasio belok kiri, maka dapat diketahui F_{lt} melalui persamaan:

$$F_{lt} = 0.84 + 1.61 P_{LT} = 1.252$$

Maka dengan nilai rasio belok kiri sebesar 0.256, didapat nilai faktor penyesuaian belok kiri sebesar 1.252.

5.3.8 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat pergerakan belok kanan. rasio belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{rt} = \frac{Q_{rt}}{Q_{tot}} = \frac{602}{2150} = 0.28$$

Setelah diketahui rasio belok kanan, Kemudian dapat dihitung F_{rt} dengan menggunakan rumus:

$$F_{rt} = 1,09 - (0,922 \times P_{rt}) = 1.09 - (0.922 \times 0.28) = 0.831$$

Maka didapat nilai Faktor Penyesuaian belok kanan sebesar 0.832.

5.3.9 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Variabel masukan dari faktor penyesuaian arus jalan minor adalah P_{mi} yang merupakan presentasi arus minor dibagi arus total. Dimana faktor penyesuaian arus jalan minor ini dikelompokkan berdasar tipe simpang dan p_{mi} seperti yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 8 Faktor Penyesuaian Arus Minor

IT	Fmi	Pmi
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,11$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,0595 \times P_{MI}^2 + 0,595 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 – 0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^2 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber : MKJI, 1997

$$F_{MI} = 1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19 = 0.963$$

Dari data ctmc diperoleh volume jalan minor, yang kemudian dapat dihitung rasio arus minor yaitu sebesar 0.256, sehingga diketahui faktor penyesuaian arus minor adalah 0.963

5.3.10 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas dihitung dengan mengalikan kapasitas dasar simpang dengan faktor faktor penyesuaian yang ada sebagai berikut;

$$C = Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi$$

$$C = 2700 \times 0.983 \times 1 \times 0.94 \times 0.95 \times 1.252 \times 0.831 \times 0.963$$

$$C = 2.374 \text{ smp/jam}$$

Setelah diketahui faktor faktor penyesuaiannya, maka dihitung nilai kapasitas simpang, yaitu didapat nilai 2374 smp/jam.

5.3.11 Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} = \frac{2150}{2374} = 0.905$$

Didapat dari membagikan arus total hasil survey ctmc dengan kapasitas hasil perhitungan diatas, maka didapat Derajat Kejenuhan Simpang Sebesar 0.90.

5.3.12 Tundaan

Tundaan lalu lintas simpang (DT_I) adalah tundaan lalu – lintas, rata rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT_I berhubungan dengan DS. DS pada simpang ini bernilai > 0.6 , maka digunakan persamaan:

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS)^2$$

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 0.905)} - (1 - 0.905)^2 = 10.92 \text{ Detik}$$

Untuk $DS > 0,6$

Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan – utama. DT_{MA} ditentukan berdasarkan DS, Simpang Tiga Kadilangu memiliki $DS > 0.6$ maka dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$DT_{ma} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS)^{1,8}$$

$$DT_{ma} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 0.905)} - (1 - 0.905)^{1,8} = 8.49 \text{ Detik}$$

Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI}) adalah tundaan pada jalan minor yang ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata sebagaimana rumus berikut;

$$DT_{mi} = (Q_{tot} \times DT_i - Q_{ma} \times DT_{ma}) / Q_{mi}$$

$$DT_{mi} = \frac{2150 \times 10.92 - 1595 \times 8.49}{555} = 17.90 \text{ Detik}$$

Tundaan geometrik simpang (DG) adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. DG dihitung berdasarkan DS dan juga rasio belok total dengan rumus;

$$DG = (1 - DS) \times (P_t \times 6 + (1 - P_t) \times 3) + DS \times 4$$

$$DG = (1 - 0.905) \times (0.536 \times 6 + (1 - 0.536) \times 3) + 0.905 \times 4$$

$$DG = 4.05 \text{ Detik}$$

5.3.13 Peluang Antrian

Panjang rentang nilai antrian pada setiap kaki simpang diperoleh dari grafik empiris yang berhubungan dengan derajat kejenuhan. yang dapat dihitung dengan rumus berikut;

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \quad \text{sampai}$$

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

,sehingga

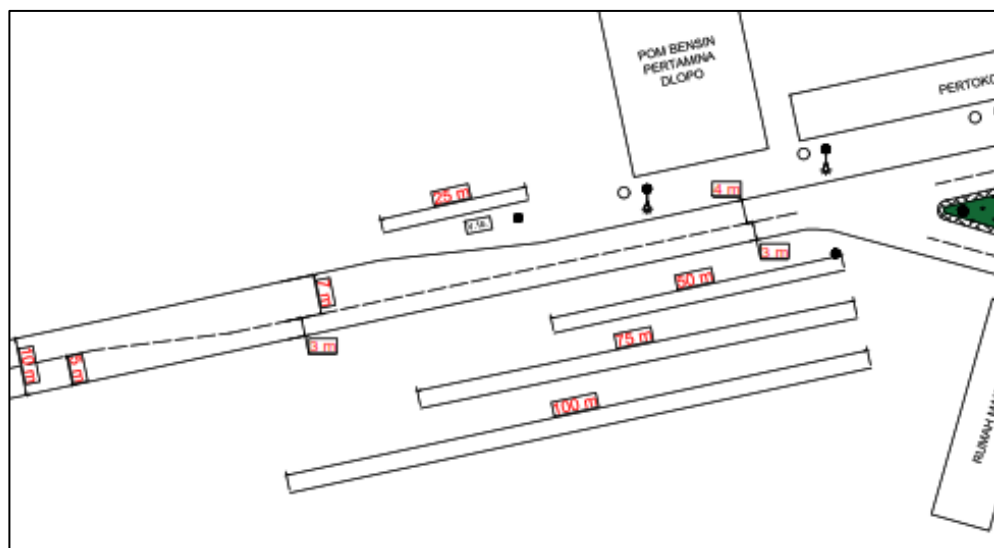
$$QP\% = 9,02 \times 0.905 + 20,66 \times 0.905^2 + 10,49 \times 0.905^3$$

$$QP\% = 47.71 \times 0.905 - 24.68 \times 0.905^2 + 56,47 \times 0.905^3$$

$$QP\% = 32.85 \text{ m} \quad \text{Sampai} \quad QP\% = 64.82 \text{ m}$$

5.4 ANALISIS PENYESUAIAN LAJUR (USULAN 1)

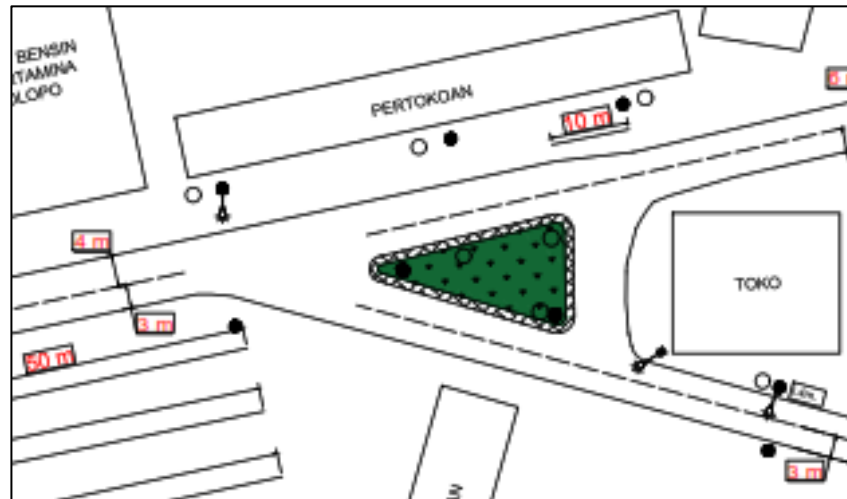
Pada Simpang Tiga Kadilangu, terdapat Taper berupa penyempitan lebar lajur Pada Kaki Simpang barat yang awalnya memiliki lebar 5m/lajur dengan lebar total 10m menyempit pada mulut simpang menjadi 4m pada lajur keluar dan 3m pada lajur masuk dengan total lebar 7m. Jarak penyempitan dari mulut simpang adalah sejauh 75m seperti yang dapat dilihat pada Gambar V.5 Berikut. Hal ini tentu akan menyebabkan permasalahan berupa *bottleneck*, terlebih kaki simpang barat memiliki volume terbesar dalam melewati kendaraan, yaitu sebesar 1134 smp/jam.



Gambar V. 4 Jarak Taper Kaki Simpang Barat Ke Persimpangan

Sumber : Analisa Penulis

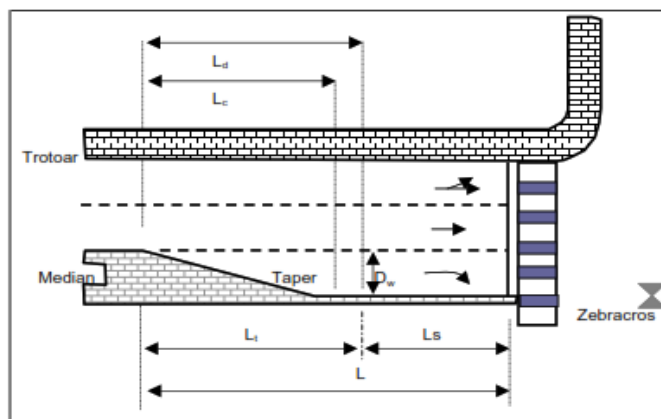
Tidak hanya pada kaki barat, Taper juga terdapat pada kaki simpang timur dimana taper terletak tepat pada Mulut simpang yang semula dari arah barat lebar lajur masuk 4m dan keluar 3m dengan lebar total 7m menyempit kembali menjadi 3m pada lajur masuk dan 3m pada lajur keluar dengan lebar total 6m seperti yang dapat dilihat pada gambar V.6 Berikut.



Gambar V. 5 Taper Pada Kaki Simpang Timur

Sumber : Analisa Penulis

Berdasarkan Pedoman Tatacara Perencanaan Geometrik Persimpangan, Lebar tiap lajur pada simpang ini sudah sesuai dengan standar berdasarkan klasifikasi kelas jalannya, yaitu Kelas Jalan III dengan Minimal Lebar Lajur 3,00m, namun berdasarkan Pedoman ini pula, dijelaskan tatacara penggunaan Taper yang seharusnya melebar pada mulut simpang seperti contoh gambar V.6 dibawah, bukan menyempit hingga menimbulkan *Bottleneck*, sehingga Taper pada kondisi eksisting ini tidak sesuai standar.



Gambar V. 6 Contoh Taper Pada Pedoman Perencanaan Geometrik Simpang

Sumber : Pedoman Tatacara Perencanaan Geometrik Persimpangan, 2002

95

Setelah dilakukan penyesuaian lajur, maka kembali dihitung kinerja Simpang tanpa merubah pengendalian simpang, dengan menggunakan faktor faktor penyesuaian yang sama, kecuali pada Faktor Penyesuaian Lebar lajur yang tadinya lebar rata rata 3,33 menjadi 4,33 sehingga faktor penyesuaian lebar lajurnya adalah:

$$Fw = 0.73 + 0.0760 \times 4.33 = 1.059$$

5.4.1 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas dihitung dengan mengalikan kapasitas dasar simpang dengan faktor faktor penyesuaian yang ada sebagai berikut;

$$C = Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi$$

$$C = 2700 \times 1.059 \times 1 \times 0.94 \times 0.95 \times 1.252 \times 0.831 \times 0.963$$

$$C = 2.558 \text{ smp/jam}$$

Setelah diketahui faktor faktor penyesuaiannya, maka dihitung nilai kapasitas simpang, yaitu didapat nilai 2558 smp/jam.

5.4.2 Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} = \frac{2150}{2558} = 0,840$$

Didapat dari membagikan arus total hasil survey ctmc dengan kapasitas hasil perhitungan diatas, maka didapat Derajat Kejenuhan Simpang Sebesar 0,840.

5.4.3 Tundaan

Tundaan lalu lintas simpang (DT_I) adalah tundaan lalu – lintas, rata rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT_I berhubungan dengan DS. DS pada simpang ini bernilai > 0.6 , maka digunakan persamaan:

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS)^2$$

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 0.84)} - (1 - 0.84)^2 = 10.20 \text{ Detik}$$

Untuk $DS > 0,6$

Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan – utama. DT_{MA} ditentukan berdasarkan DS, Simpang Tiga Kadilangu memiliki $DS > 0.6$ maka dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$DT = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS)^{1,8}$$

$$DT = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 0.84)} - (1 - 0.84)^{1,8} = 7.49 \text{ Detik}$$

Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI}) adalah tundaan pada jalan minor yang ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata sebagaimana rumus berikut;

$$DT_{mi} = (Q_{tot} \times DT_i - Q_{ma} \times DT_{ma}) / Q_{mi}$$

$$DT_{mi} = \frac{2150 \times 10.20 - 1595 \times 7.49}{555} = 17.98 \text{ Detik}$$

Tundaan geometrik simpang (DG) adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. DG dihitung berdasarkan DS dan juga rasio belok total dengan rumus;

$$DG = (1 - DS) \times (P_t \times 6 + (1 - P_t) \times 3) + DS \times 4$$

$$DG = (1 - 0.84) \times (0.536 \times 6 + (1 - 0.536) \times 3) + 0.84 \times 4$$

$$DG = 4.10 \text{ Detik}$$

5.4.4 Peluang Antrian

Panjang rentang nilai antrian pada setiap kaki simpang diperoleh dari grafik empiris yang berhubungan dengan derajat kejenuhan. yang dapat dihitung dengan rumus berikut;

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \quad \text{sampai}$$

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

Maka didapat antrian

$$QP\% = 9,02 \times 0.84 + 20,66 \times 0.84^2 + 10,49 \times 0.84^3$$

$$QP\% = 47.71 \times 0.84 - 24.68 \times 0.84^2 + 56,47 \times 0.84^3$$

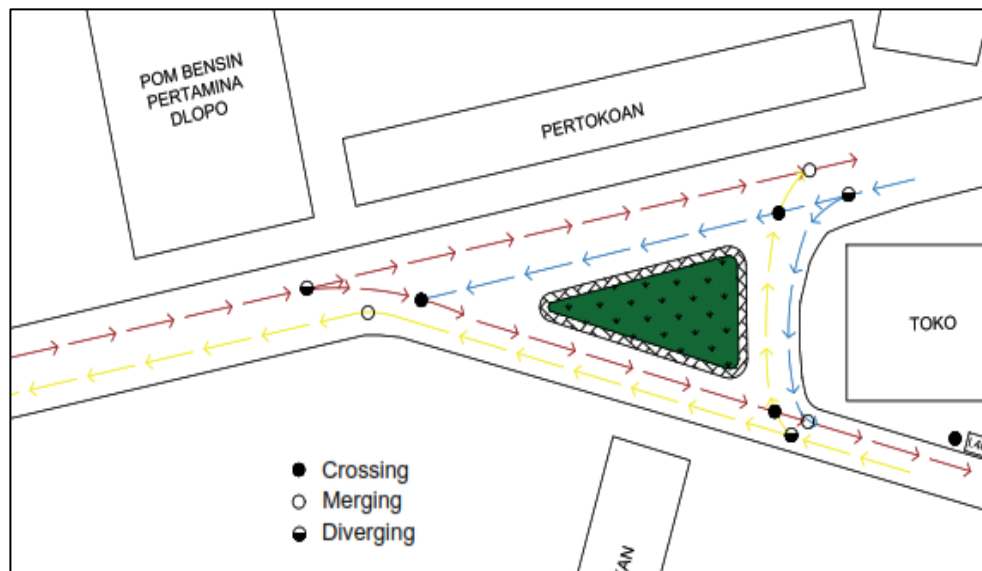
$$QP\% = 28.37 \text{ Detik} \quad \text{Sampai} \quad QP\% = 56.13 \text{ Detik}$$

5.5 ANALISIS TIPE PENGENDALIAN APILL (USULAN 2)

Pada grafik pemilihan tipe pengendalian simpang berdasarkan arus jalan mayor dan arus jalan minor, terpilih tipe pengendalian yang tepat adalah APILL atau Bundaran, sehingga diperlukan perencanaan apill guna mengetahui seberapa efektif Tipe Pengendalian APILL dapat menangani masalah pada Simpang Tiga Kadilangu ini.

5.5.1 Titik Konflik Eksisting

Pada kondisi eksisting Simpang Tiga Tidak Bersinyal ini, terdapat 3 jenis konflik dan 9 titik konflik yaitu 3 titik konflik *crossing*, 3 titik konflik *merging*, dan 3 titik konflik *diverging*. Perencanaan tipe simpang APILL bertujuan untuk memecah konflik yang ada sehingga arus lalu lintas diharapkan bisa terus bergerak secara teratur. Titik konflik pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar V.9 berikut ini.



Gambar V. 9 Titik Konflik Eksisting
Sumber : Analisa Penulis

5.5.2 Perencanaan APILL

5.5.2.1 Data Geometrik

Data geometrik yang digunakan dalam perencanaan simpang APILL kali ini menggunakan data geometrik simpang dalam kondisi setelah pelebaran geometrik (Kondisi Usulan 1) dengan pulau lalu lintas yang ditiadakan, data geometrik dan tipe lingkungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

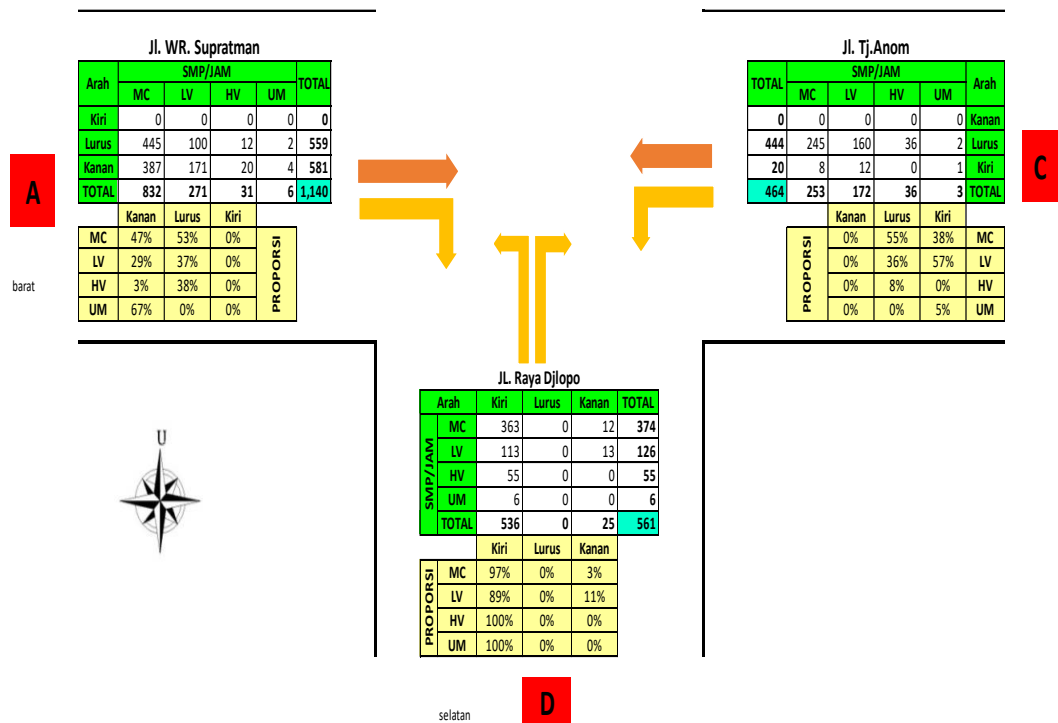
Tabel V. 9 Data Geometrik Perencanaan APILL Simpang 3 Kadilangu

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Median (Ya/Tidak)	Kelandaian +/- %	Belok Kiri Langsung	Jarak Ke Kendaraan Parkir	Lebar Pendekat			
						Pendekat (W_A)	Masuk (W_{MASUK})	Belok Kiri Langsung (W_{LTOR})	Keluar (W_{KELUAR})
WR Supratman	COM	Tidak	0	Tidak	-	5	5	-	5
Tanjung Anom	COM	Tidak	0	Tidak	-	5	5	-	5
Raya Djlopo	COM	Tidak	0	Tidak	-	3	3	-	3

Sumber : Analisa Penulis

5.5.2.2 Kondisi Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas didapat dari hasil survey CTMC seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 10 Data Arus Lalu Lintas

Sumber : Analisa Penulis

Dari data kend/jam diperoleh volume tiap kaki pendekat dengan emp berupa kaki pendekat terlawan dan terlindung seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel V. 10 Emp Terlindung dan Terlawan

TIPE KENDARAAN	PENDEKAT TERLINDUNG	PENDEKAT TERLAWAN
MC	0,2	0,4
LV	1	1
HV	1,3	1,3

Sumber : MKJI, 1997

Sehingga didapat dalam smp/jam sebagai berikut.

Tabel V. 11 Gerakan Membelok dalam Smp Terlawan & Terlindung

Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)													
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Bermotor Total MV			Rasio Berbelok	
		emp terlindung = 1 emp terlawan = 1			emp terlindung = 1.3 emp terlawan = 1.3			emp terlindung = 0.2 emp terlawan = 0.4							
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p LT	p RT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Selatan	LT/LTOR	124	124	124	38	49	49	714	143	286	876	316	459	0.95	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	RT	12	12	12	0	0	0	29	6	12	41	18	23		0.05
	Total	136	136	136	38	49	49	743	149	297	917	334	482		
Timur	LT/LTOR	9	9	9	2	2	2	15	3	6	25	14	17	0.04	
	ST	163	163	163	20	26	26	508	102	203	691	291	393		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.00
	Total	172	172	172	22	28	28	523	105	209	717	305	409		
Barat	LT/LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	ST	101	101	101	7	9	9	898	180	359	1,006	289	469		
	RT	177	177	177	15	20	20	783	157	313	975	353	510		0.55
	Total	278	278	278	22	29	29	1,682	336	673	1,981	643	979		

Sumber : Analisa Penulis

Dari data diatas, dapat diketahui arus per pendekat serta rasio belok kanan dan belok kiri yaitu;

1. Arah Pendekat Barat Terlindung

Kendaraan Bermotor Total : 643 smp/jam

Rasio Arus Belok Kiri : 0

Rasio Arus Belok Kanan : 0.55

2. Arah Pendekat Timur Terlindung

Kendaraan Bermotor Total : 305 smp/jam

Rasio Arus Belok Kiri : 0.04

Rasio Arus Belok Kanan : 0

3. Arah Pendekat Selatan Terlindung

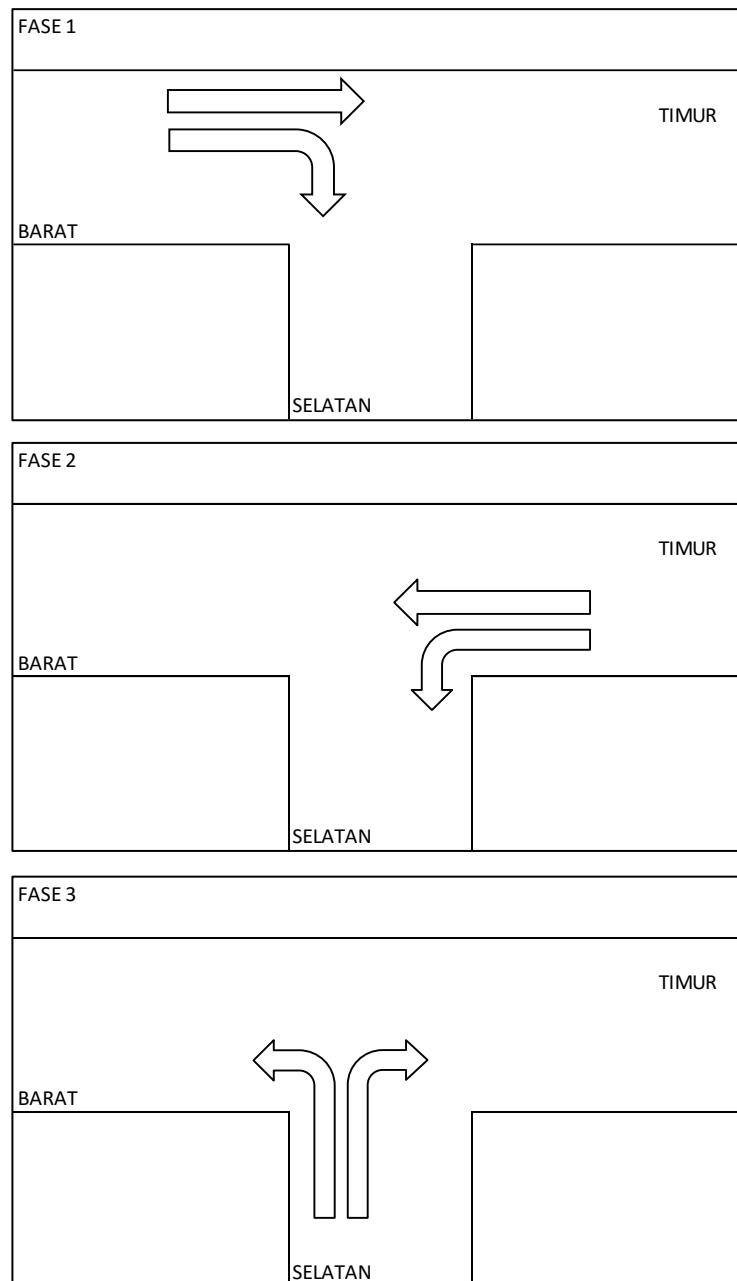
Kendaraan Bermotor Total : 334 smp/jam

Rasio Arus Belok Kiri : 0.95

Rasio Arus Belok Kanan : 0.05

5.5.2.3 Penentuan Fase Sinyal

Fase sinyal yang direncanakan pada simpang tiga kadilangu ini adalah 3 fase, yaitu fase terlindung pada masing masing pendekatan, seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

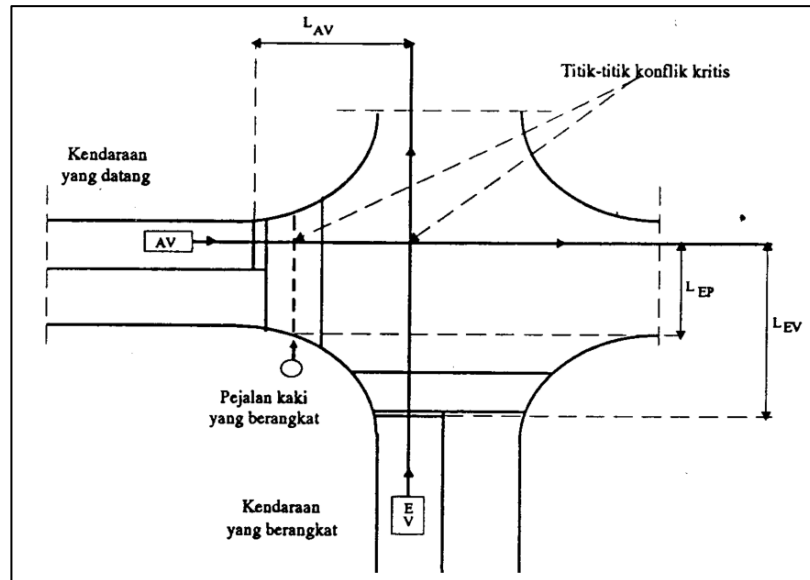


Gambar V. 11 Penentuan fase sinyal

Sumber : Analisa Penulis

5.5.2.4 Waktu Antar Hijau dan Waktu yang Hilang

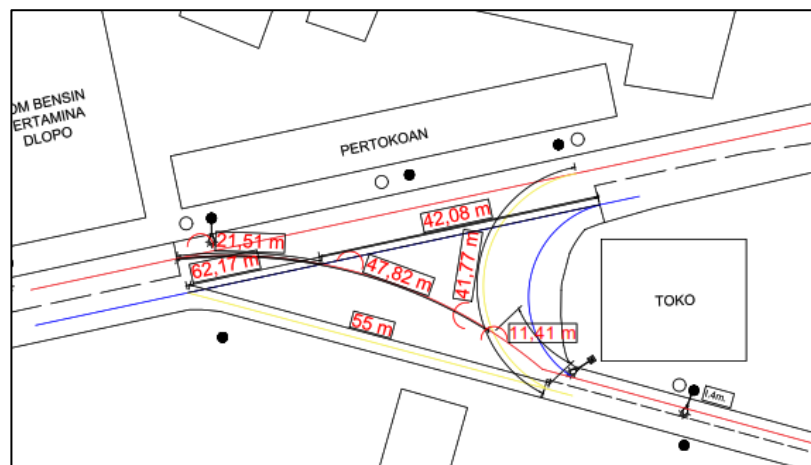
Waktu yang Hilang dapat dihitung dari waktu total antar hijau dari tiap tiap pendekat, dimana waktu antar hijau terdiri dari *allred* dan *amber*.



Gambar V. 12 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Sumber : MKJI, 1997

$$All\ Red = \left[\frac{(L_{ev} + l_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_{av}}{V_{av}} \right]_{max}$$



Gambar V. 13 Jarak kendaraan berangkat dengan titik konflik dengan kendaraan datang

Sumber : Analisis Penulis

Pendekat Barat

$$All\ Red = \left[\frac{(21.5 + 5)}{10} - \frac{42}{10} \right] = Max - 1.55\ Detik$$

Pendekat Timur

$$All\ Red = \left[\frac{(62.1 + 5)}{10} - \frac{55}{10} \right] = Max\ 1.2\ Detik$$

Pendekat Selatan

$$All\ Red = \left[\frac{(11.41 + 5)}{10} - \frac{47.8}{10} \right] = Max - 3.13\ Detik$$

Maka dapat ditentukan untuk masing masing kaki simpang memiliki *allred* selama 1 detik dan waktu *amber* menyesuaikan waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia, yaitu selama 3 detik. (MKJI,1997)

$$LTI = \Sigma\ Intergreen$$

$$= (1+1+1+9)$$

$$= 12\ det$$

5.5.2.5 Arus Jenuh

Arus Jenuh dihitung melalui beberapa rangkaian perhitungan, yaitu Arus Jenuh Dasar, Faktor penyesuaian ukuran kota, faktor penyesuaian hambatan samping, faktor penyesuaian kelandaian, faktor penyesuaian parki, faktor penyesuaian belok kiri dan faktor penyesuaian belok kanan, yang mana perhitungannya dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

1. Arus Jenuh Dasar

$$S_o = 600 \times W_e$$

$$\text{Pendekat Barat} = 600 \times 5 = 3000$$

$$\text{Pendekat Timur} = 600 \times 5 = 3000$$

$$\text{Pendekat Selatan} = 600 \times 3 = 1800$$

2. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kabupaten sukoharjo memiliki penduduk 891.912 jiwa maka berdasarkan tabel faktor penyesuaian dibawah ini, F_{CS} adalah 0.94.

Tabel V. 12 Faktor penyesuaian F_{CS} untuk pengaruh ukuran kota pada kapasitas jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (F_{CS})
<0.1	0.86
0.1-0.5	0.90
0.5-1.0	0.94
1.0-3.0	1.00
>3.0	1.04

Sumber : MKJI 1997

3. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan jalan pada persimpangan ini merupakan tipe Komersial dengan hambatan samping rendah dan tipe pendekat berupa terlindung dan rasio kendaraan sebesar 0.04, sehingga faktor penyesuaian hambatan samping bernilai 0.95.

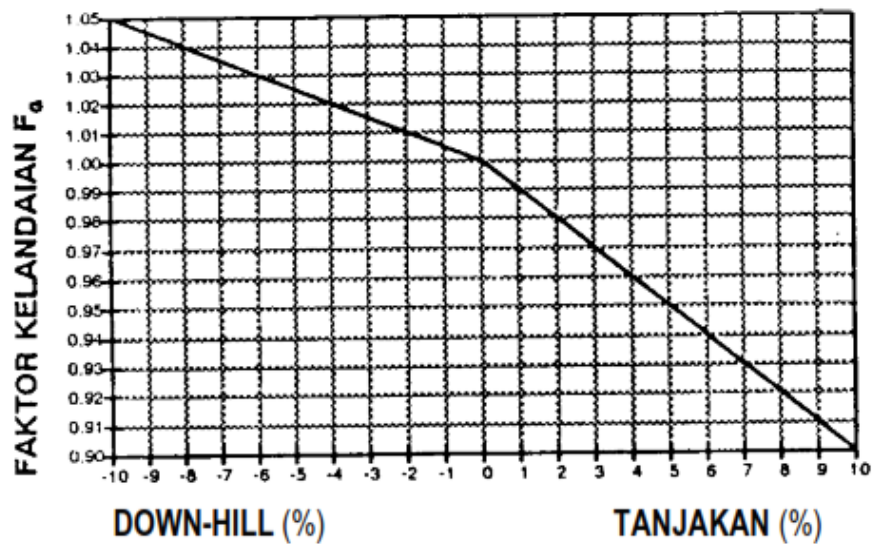
Tabel V. 13 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
1	2	3	4					
Komersial (com)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Tinggi	terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
	Sedang	terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
	Rendah	terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Permukiman (res)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
	Tinggi	terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
	Sedang	terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
	Rendah	terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas	tinggi/sedang/ rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	tinggi/sedang/ rendah	terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

Sumber : MKJI, 1997

4. Faktor Penyesuaian Kelandaian

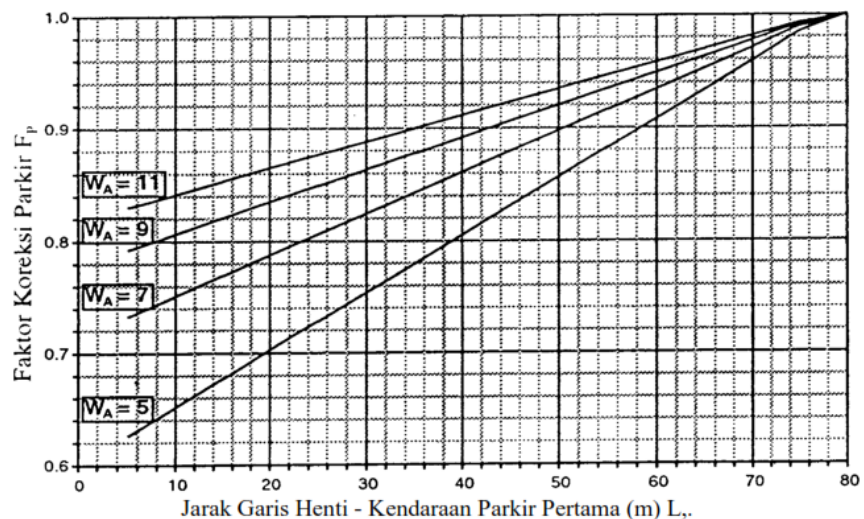
Wilayah pada persimpangan ini memiliki topografi berupa wilayah datar, sehingga begitu juga dengan geometrik persimpangan, sehingga faktor kelandaian bernilai 1.00.



Gambar V. 14 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian
 Sumber : MKJI,1997

5. Faktor Penyesuaian Parkir

Pada kaki simpang barat, timur dan selatan, tidak terdapat kendaraan yang parkir dibawah jarak 80m, maka faktor penyesuaian parkir untuk kaki simpang barat, timur dan selatan adalah 1.



Gambar V. 15 Faktor penyesuaian pengaruh parkir
 Sumber : MKJI, 1997

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan rumus:

$$Flt = 1.0 - Plt \times 0.16$$

$$\text{Barat} = 1.0 - 0 \times 0.16 = 1,000$$

$$\text{Timur} = 1.0 - 0.047 \times 0.16 = 0.992$$

$$\text{Selatan} = 1.0 - 0.945 \times 0.16 = 0.848$$

7. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanani ditentukan dengan rumus:

$$Frt = 1.0 + Prt \times 0.26$$

$$\text{Barat} = 1.0 + 0,54 \times 0.26 = 1,140$$

$$\text{Timur} = 1.0 + 0 \times 0.26 = 1,000$$

$$\text{Selatan} = 1.0 + 0.055 \times 0.26 = 1.014$$

Maka arus jenuh dapat dihitung sebagai berikut

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt$$

$$S_A = 3000 \times 0.94 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 1.140 \times 1 = 3054$$

$$S_C = 3000 \times 0.94 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.992 = 2657$$

$$S_B = 1800 \times 0.94 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 1.014 \times 0.848 = 1382$$

$$\text{Arus Jenuh Kaki Simpang Barat} = 3054 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Arus Jenuh Kaki Simpang Timur} = 2657 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Arus Jenuh Kaki Simpang Selatan} = 1382 \text{ smp/jam}$$

5.5.2.6 Rasio Arus (FR)

Rasio arus merupakan arus tiap kaki simpang dibagi arus jenuh tiap kaki simpang yang telah dihitung sebelumnya, rasio arus dihitung dengan rumus;

$$FR = Q / S$$

1. Rasio Arus Pendekat Barat

$$FR = 635 / 2924 = 0.2172$$
2. Rasio Arus Pendekat Timur

$$FR = 309 / 2544 = 0.1215$$
3. Rasio Arus Pendekat Selatan

$$FR = 331 / 1323 = 0.2502$$

5.5.2.7 Rasio Arus Simpang (IFR)

IFR merupakan jumlah dari rasio arus, atau

$$IFR = \sum (FR_{crit})$$

$$IFR = 0.2172 + 0.1215 + 0.2502$$

$$IFR = 0.5889$$

5.5.2.8 Rasio Fase (PR)

Rasio fase dihitung sebagai FR_{CRIT} / IFR , yaitu

$$PR_1 = 0.2172 / 0.5889 = 0.3688$$

$$PR_2 = 0.1215 / 0.5889 = 0.2063$$

$$PR_3 = 0.2502 / 0.5889 = 0.4248$$

5.5.2.9 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Volume lalu lintas mempengaruhi panjang waktu siklus pada *fixed time operation*. Panjang waktu siklus akan mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati simpang. Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus;

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

$$Cua = (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0.5889)$$

$$Cua = (23) / (0.4111)$$

$$Cua = 55.9 = 56 \text{ detik}$$

5.5.2.10 Waktu Hijau

Waktu hijau dihitung dengan rumus:

$$g_i = (cua - LTI) \times Pri$$

$$g_{i1} = (56 - 12) \times 0.3688$$

$$g_{i1} = 16,22 \text{ Detik} = 16 \text{ Detik}$$

$$g_{i2} = (56 - 12) \times 0.2063$$

$$g_{i2} = 9.07 \text{ Detik} = 9 \text{ Detik}$$

$$g_{i3} = (56 - 12) \times 0.4248$$

$$g_{i3} = 18,69 \text{ Detik} = 19 \text{ Detik}$$

5.5.2.11 Waktu Siklus yang Disesuaikan

$$C = \sum g + LTI$$

$$C = (16+9+19)+12$$

$$C = 44 + 12 = 56 \text{ Detik.}$$

5.5.2.12 Kapasitas

Besar kapasitas didapat dari arus jenuh dikalikan waktu hijau dibagi waktu siklus seperti pada rumus dibawah ini,

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

$$C = 3054 \times (16/56) = 872 \text{ smp/jam}$$

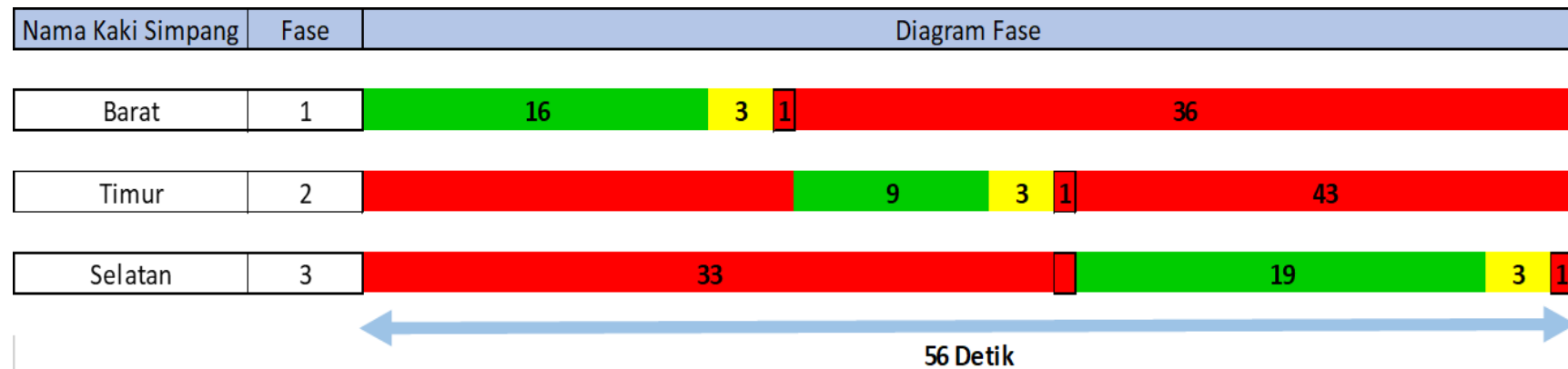
Sehingga didapat,

Tabel V. 14 Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh	Kapasitas
Selatan	1382	468
Timur	2657	427
Barat	3054	872

Sumber : Analisa Penulis

Waktu siklus, waktu hijau, waktu antara hijau, dan waktu yang hilang dapat dilihat pada diagram fase dibawah ini.



Gambar V. 16 Diagram Fase Usulan Pengendalian APILL
 Sumber : Analisa Penulis

5.5.3 Kinerja Simpang Bersinyal

5.5.3.1 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dihitung dengan rumus:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C}$$

$$DS = \frac{334}{468} = 0.713$$

Tabel V. 15 Derajat Kejenuhan pada Pengendalian APILL

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	S	334	468	0,713
2	T	305	427	0,714
3	B	643	872	0,737

Sumber : Analisa Penulis

5.5.3.2 Jumlah Antrian (NQ)

Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Untuk derajat kejenuhan, $DS > 0,5$ maka penghitungan jumlah antrian menggunakan rumus berikut ini :

$$NQ1 = 0.25 \times C (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + 8 \times \frac{DS - 0.5}{C}}$$

$$NQ1 = 0.25 \times 468 (0.73 - 1) + \sqrt{(0.73 - 1)^2 + 8 \times \frac{0.73 - 0.5}{468}}$$

$$NQ1 = 0.73$$

Tabel V. 16 Jumlah Antrian yang datang pada fase hijau (NQ1)

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	S	468	0,713	0.73
2	T	427	0,714	0.73
3	B	872	0,737	0.88

Sumber : Analisa Penulis

Sedangkan untuk nilai $DS \leq 0,5$ $NQ1 = 0$

$NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Untuk menentukan jumlah antrian yang datang selama fase merah digunakan rumus sebagai berikut ini :

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 = 56 \times \frac{1 - 0.041}{1 - 0.041 \times 0.73} \times \frac{334}{3600}$$

$$NQ2 = 5$$

Tabel V. 17 Jumlah antrian yang datang pada fase merah (NQ2)

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (C) (detik)	DS	Q (smp/jam)	NQ2
1	S	0.041	56	0,73	334	5,02
2	T	0.022	56	0,73	305	4,61
3	B	0.019	56	0,75	643	9.73

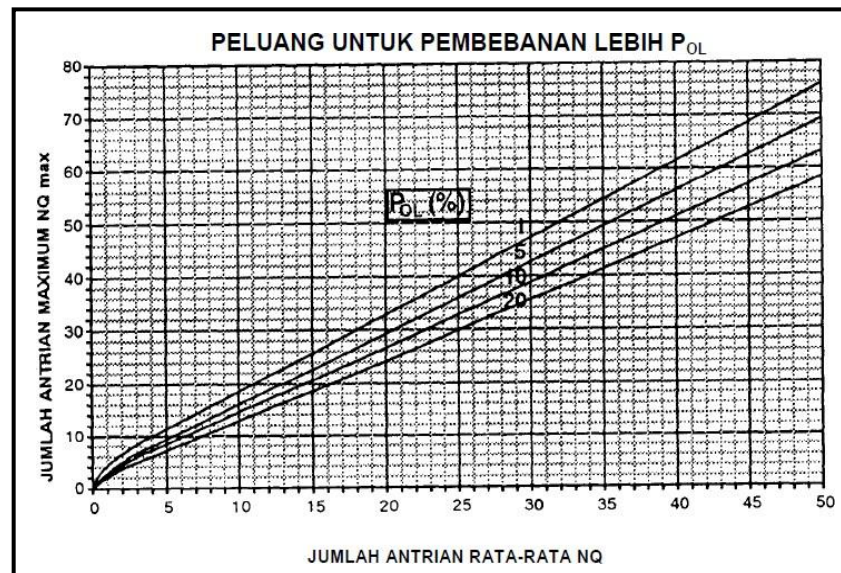
Sumber : Analisa Penulis

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah

Untuk mendapatkan berapa jumlah antrian total yaitu dihitung dengan cara menjumlahkan jumlah antrian yang pertama dengan jumlah antrian yang kedua.

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Kemudian ditentukan NQmaks dengan menggunakan Gambar di bawah. Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $POL \leq 5\%$.



Gambar V. 17 Grafik Pembebanan Lebih

Sumber : MKJI, 1997.

Hasil perhitungan tercantum pada tabel berikut;

Tabel V. 18 Jumlah Antrian Total Pada Pengendalian APILL

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan			NQ maks (smp)
		NQ1	NQ2	NQ Tot	
1	S	0.73	5,02	5.74	7,00
2	T	0.73	4,61	5.34	7,00
3	B	0.88	9.73	10.61	14,00

Sumber : Analisa Penulis

5.5.3.3 Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian di hitung dengan mengalikan NQ maks dengan luas rata – rata yang dipergunakan per smp. Luas rata – rata yang

digunakan adalah 20 m². Rumus yang digunakan untuk menghitung panjang antrian adalah sebagai berikut :

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$QL = \frac{7 \times 20}{3} = 46,67$$

Tabel V. 19 Panjang Antrian Kendaraan

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	Panjang Antrian (QL)
1	S	7	3	46,67
2	T	7	5	28,00
3	B	14	5	56,00

Sumber : Analisa Penulis

5.5.3.4 Laju Henti (NS)

Laju henti masing-masing pendekat dapat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3.600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{5.82}{334 \times 56} \times 3.600$$

$$NS = 1,01 \text{ Stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 334 \times 1,01$$

$$Nsv = 337$$

Tabel V. 20 Kendaraan Terhenti (NS) dan Kendaraan Stop (Nsv)

Pengendalian APILL

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (C) (detik)	Rasio NS (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	S	5.82	334	56	1.01	337
2	T	5.42	305	56	1.03	313
3	B	10.68	643	56	0.96	618

Sumber : Analisa Penulis

diketahui bahwa jumlah kendaraan henti paling tinggi terdapat pada kaki simpang sebelah barat sebesar 618 smp/jam dengan laju henti 0.96 stop/smp dan arus sebesar 643 smp/jam. Jumlah kendaraan henti paling rendah terdapat pada kaki simpang timur sebesar 313 smp/jam dengan laju henti 1,03 stop/smp dan arus sebesar 305 smp/jam.

5.5.3.5 Tundaan (D)

Setiap pendekat tundaan lalu lintas rata-rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang. Untuk menghitung tundaan lalu lintas rata-rata dapat di hitung dengan menggunakan rumus rumus berikut ini :

$$DT = c \times \frac{0.5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR) \times DS} + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$DT = 56 \times \frac{0.5 \times (1 - 0.041)^2}{(1 - 0.041) \times 0.73} + \frac{0.82 \times 3600}{459}$$

$$DT = 25,95 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 21 Tundaan rata – rata lalu lintas pengendalian APILL

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (C) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	S	56	0,73	0.041	459	0.82	25,95
2	T	56	0,73	0.022	418	0.83	27,05
3	B	56	0,75	0.019	856	0.99	24,80

Sumber : Analisa Penulis

Untuk menghitung tundaan geometrik pada masing – masing pendekat adalah dengan menggunakan rumus :

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_t \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

$$P_{sv} = \min (NS, 1)$$

$$DG = (1 - 1) \times 1 \times 6 + (1 \times 4)$$

$$DG = 4 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 22 Tundaan Geometrik Simpang pada Pengendalian APILL

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	S	1.01	1	4
2	T	1.03	0,04	4
3	B	0.96	0,55	3.97

Sumber : Analisa Penulis

Nilai tundaan rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = DT + DG$$

$$D = 25.95 + 4 = 29.95$$

dan tundaan total pada tiap-tiap kaki simpang di hitung dengan menggunakan rumus berikut :

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

$$D = \frac{10000 + 9459 + 18493}{1281}$$

$$D = 29,62$$

Tabel V. 23 Tundaan Rata Rata

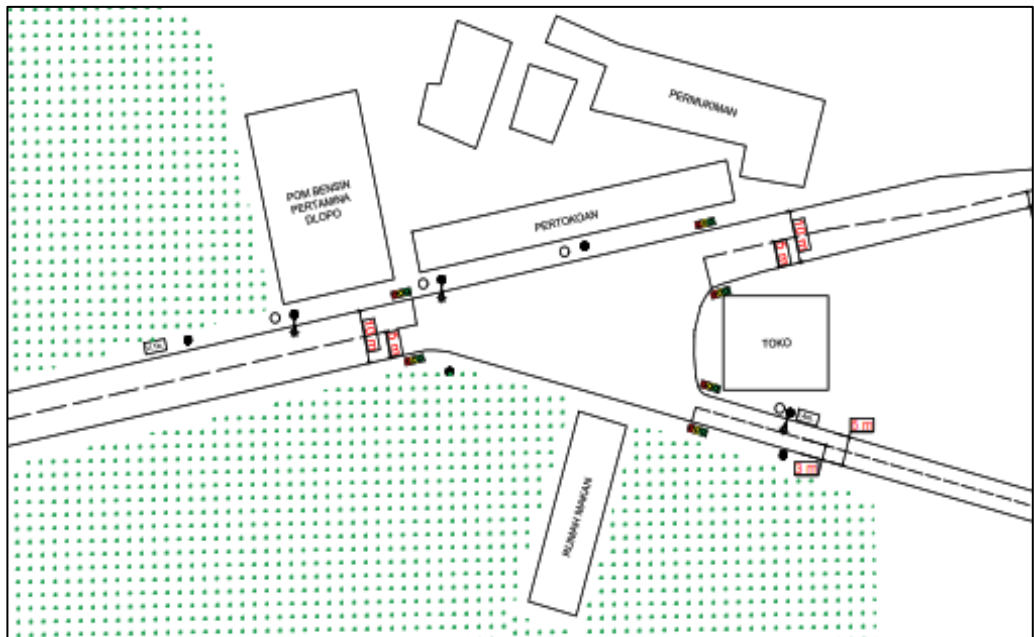
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
S	334	337	25,95	4	29,95	10.000,15
T	305	313	27,05	4	31,05	9.459,79
B	643	618	24,80	3.97	28,77	18.493,82
LTOR (semua)	330		-	-	-	-
Arus kor. Qkor	20.03					Total 37.953,77
Arus total Qtot	1669		Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)			29,62

Sumber : Analisa Penulis

Dari hasil analisis kondisi usulan pengendalian apill diatas, menunjukkan bahwa kinerja Simpang Tiga Kadilangu memiliki tingkat pelayanan simpang yang dapat dilihat nilai tundaan pada tabel diatas yang menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Tiga Kadilangu adalah sebesar 29,62 det/smp, dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simpang (MKJI 1997) maka kondisi usulan pengendalian apill pada kondisi ini mendapatkan nilai D (Buruk) dengan indeks tundaan 25 - 40 det/smp.

5.5.4 Lokasi Penempatan Lampu Apill

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 62 Tahun 1993 pasal 24 bahwa "APILL yang ditempatkan pada persimpangan di sisi jalur lalu lintas memiliki tinggi sekurang kurangnya 3,00meter dari permukaan jalan, apabila ditempatkan di atas permukaan jalan, lampu paling bawah sekurang kurangnya 5,50m dari permukaan jalan". Menurut modul perencanaan perlengkapan jalan, Oleh Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dijelaskan bahwa jarak armature ke tepi terluar bahu jalan adalah 60cm. Perencanaan lokasi penempatan APILL pada simpang 3 Kadilangu dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 18 Lokasi Penempatan APILL

Sumber : Analisa Penulis

5.6 ANALISIS TIPE PENGENDALIAN BUNDARAN (USULAN 3)

5.6.1 Perencanaan Geometrik Bundaran

5.6.1.1 Pemilihan tipe bundaran

Arus kendaraan pada simpang 3 Kadilangu, adalah sebesar 1134 pada kaki simpang barat, 461 pada kaki simpang timur dan 555 pada kaki simpang selatan, sehingga arus total pada simpang adalah 2150 kend/jam, perbandingan arus mayor dan minor 3/1 dengan LT/RT 25/25 yang mana dalam kondisi ini berdasarkan volume arus total di simpang pada tabel dibawah, tipe bundaran yang tepat adalah R10-12 dengan ketentuan pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 24 Definisi Tipe Bundaran

Tipe Bundaran	Jari Jari Bundaran	Jumlah lajur masuk Minor	Jumlah lajur masuk Mayor	Lebar lajur masuk W1 (m)	Panjang Jalinan Lw (m)	Lebar Jalinan Ww (m)
R10-11	10	1	1	3,5	23	7
R10-12	10	1	2	7,0	27	9
R10-22	10	2	2	7,0	27	9
R14-22	14	2	2	7,0	31	9
R20-22	20	2	2	7,0	43	9

Sumber : MKJI,1997

Tabel V. 25 Pemilihan tipe bundaran berdasarkan arus simpang total

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1					
Ukuran kola (Juta)	Rasio (Q_{MV}/Q_M)	LT/RT	Tipe jalinan					
			R10-11	R10-12	R14-12	R10-22	R14-22	R20-22
1-3 Juta	1/1	10/10	< 2200	2200	-	2700	-	3350-4300
	1.5/1		< 2200	2200	-	2700	-	3250-4100
	2/1		< 2150	2150	-	2700	-	3250-4150
	3/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	4/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	1/1	25/25	< 2400	2400	-	2850	-	3400-4450
	1.5/1		< 2200	2200	-	2950	-	3350-4300
	2/1		< 2150	2150	-	2950	-	3250-4100
	3/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-4000
	4/1		< 2050	2050	2750	2850	3000	3150-4000
0.5-1Juta	1/1	10/10	< 2150	2150	2550	2700	3150	3350-3950
	1.5/1		< 2050	2050	2550	2700	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2550	2700	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2550	2700	3000	3150-3800
	4/1		< 2000	2000	2600	2700	3000	3150-3800
	1/1	25/25	< 2200	2200	2700	2750	3350	3500-4300
	1.5/1		< 2150	2150	2750	2850	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2600	2750	3000	3150-3800
	4/1		< 1900	1900	2600	2700	2950	3100-3650

Sumber : MKJI,1997

5.6.1.2 Jumlah Lajur Lingkar

Arus lalu lintas pada simpang ini adalah 19.937 pada jalan mayor dan 6937 pada jalan minor maka arus total 26.874 kend/hari sehingga jumlah lajur lingkar adalah 2.

Tabel V. 26 Jumlah Lajur Lingkar

No	Volume lalu lintas harian rencana persimpangan (kendaraan per hari)	Jumlah lajur lingkar
1	< 20.000	1
2	20.000 – 40.000	2

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

5.6.1.3 Superelevasi Jalur Lingkar

Superelevasi jalur lingkar bundaran sebesar 2%, superelevasi apron truk sebesar 3 % - 4 %.

5.6.1.4 Lajur Masuk Dan Lajur Keluar (*Entry And Exit*)

Lebar lajur masuk untuk bundaran dengan lajur tunggal maupun lajur ganda berkisar antara 4.30 m – 4.90 m. berdasarkan ketentuan bundaran R10-12, maka lebar lajur masuknya adalah 7m, maka pada jalan mayor dengan 2 lajur masuk, lebar per lajurnya adalah 4,5m dan pada jalan minor lebar lajurnya adalah 7m.

5.6.1.5 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana pada persimpangan digunakan untuk menentukan radius masuk dan radius keluar dimana pada penelitian ini digunakan pengambilan data secara langsung dengan melaksanakan survey MCO (*Moving Car Observer*) pada masing masing pendekatan, sehingga didapatkan data sebagai berikut.

Tabel V. 27 Kecepatan Rencana Tiap Pendekat

Kaki Simpang		Kecepatan Rata Rata (km/jam)
Barat	WR Supratman	22.99
Timur	Tanjung Anom	32.78
Selatan	Raya Djlopo	34.13

Sumber : TIM PKL Kabupaten Sukoharjo

Maka ditentukan kecepatan rencana pada simpang 3 kadilangu adalah 30km/jam.

5.6.1.6 Radius Masuk Dan Radius Keluar

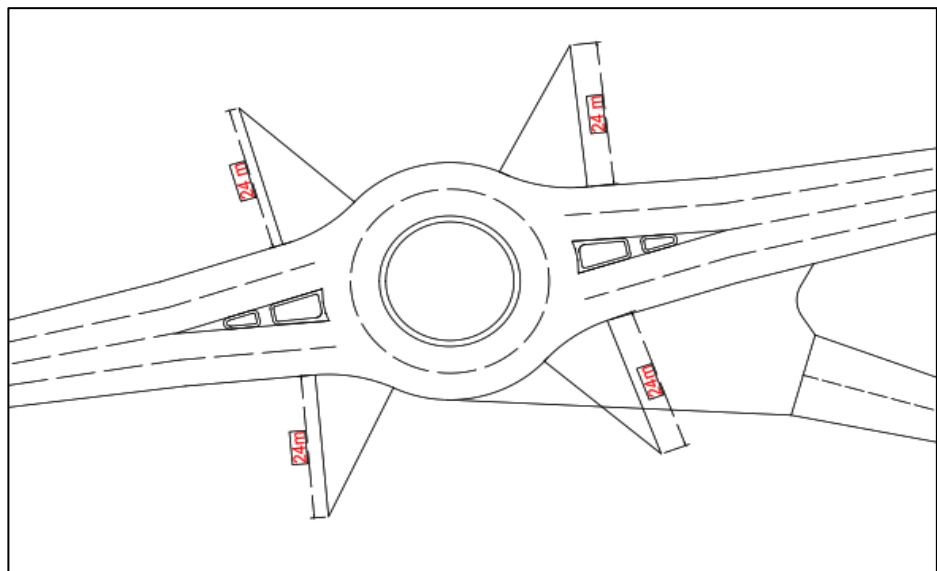
Radius masuk dan *radius* keluar bundaran ditentukan oleh tabel berikut.

Tabel V. 28 Variasi Kecepatan Rencana dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar

No.	Kecepatan rencana pendekat (km/h)	Radius minimum masuk dan keluar (m)
1.	20	9
2.	25	15
3.	30	24
4.	35	36
5.	40	51
6.	45	70
7.	50	94

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

Maka dengan kecepatan rencana 30km/jam, radius masuk dan keluar simpang adalah 24m yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

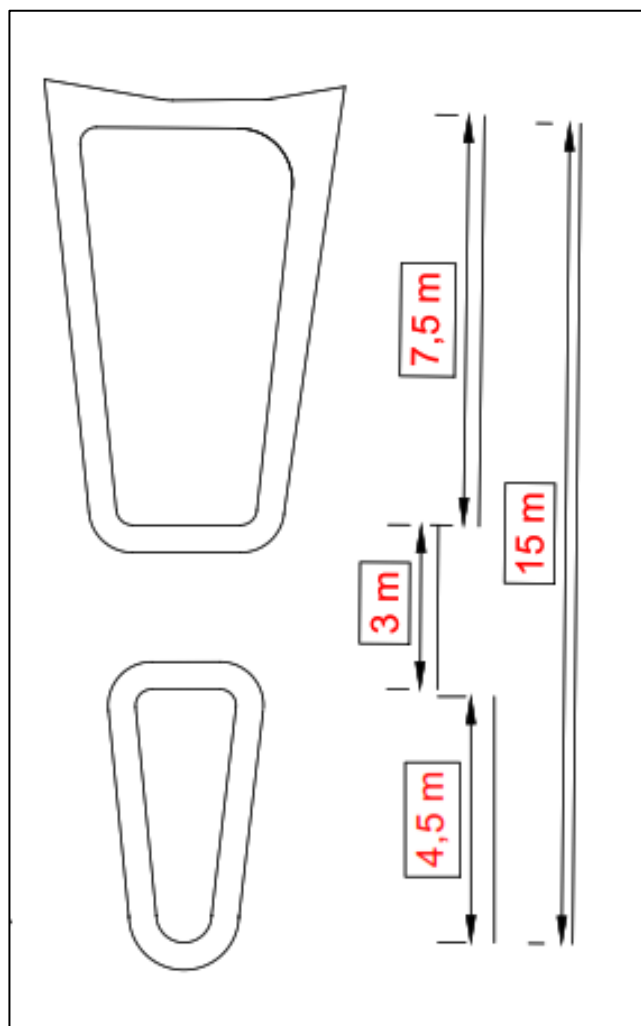


Gambar V. 19 Radius Masuk Sesuai Kecepatan Rencana

Sumber : Analisa Penulis

5.6.1.7 Pulau Pemisah (Splitter Island)

Pulau pemisah harus tersedia di setiap lengan bundaran. Selain dipergunakan untuk membimbing kendaraan memasuki jalur lingkar, pulau pemisah juga berfungsi sebagai tempat pemberhentian (*refuge*) bagi penyeberang jalan dan membantu mengendalikan kecepatan. Total panjang minimum dari pulau pemisah lebih kurang 15 m. Dimensi dari pulau pemisah pada simpang 3 kadilangu ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 20 Desain Rencana Pulau Pemisah
Sumber : Analisa Penulis

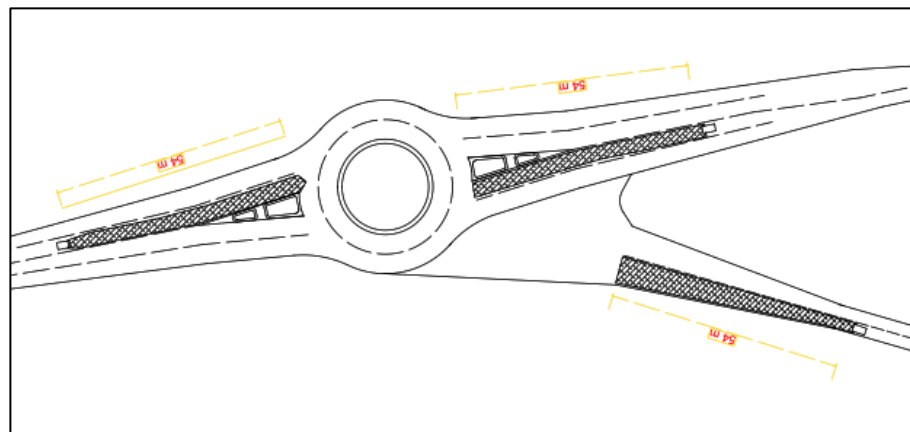
5.6.1.8 Jarak Pandang Lengan Bundaran

Jarak pandang bundaran ditentukan dengan mengasumsikan mata pengendara setinggi 1.080 mm dan tinggi obyek (kendaraan lain) adalah 600 mm. kecepatan konflik berdasarkan data dari survey MCO (*moving car observer*) adalah 30km/jam, maka jarak pandangnya adalah 54m dari tiap lengan simpang.

Tabel V. 29 Jarak Pandang Ke Lengan Bundaran

Kecepatan konflik (V konflik) (km/jam)	Jarak pandang lengan bundaran (b)(meter)
20	36
25	45
30	54
35	63
40	72

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

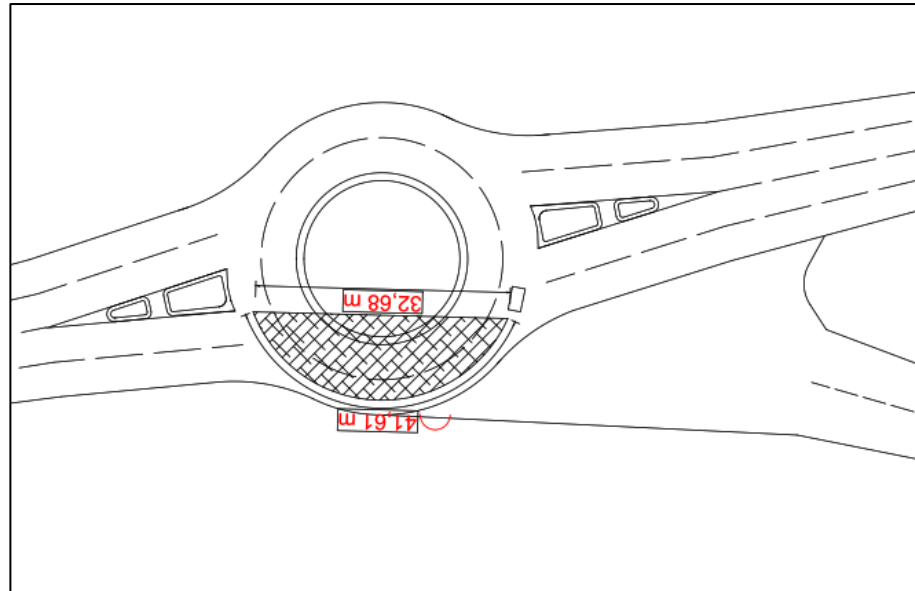


Gambar V. 21 Jarak Pandang Lengan Bundaran Rencana

Sumber : Analisa Penulis

5.6.1.9 Jarak Pandang Henti Lajur Lingkar

Jarak pandang henti jalur lingkar merupakan jarak aman yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat memberhentikan kendaraannya dalam mengantisipasi obyek di jalur lingkar.



Gambar V. 22 Jarak Pandang Henti Lajur Lingkar
Sumber : Analisa Penulis

5.6.1.10 Perhitungan Rasio Jalinan

Arus masuk bundaran (Q_{masuk}) untuk masing masing bagian jalinan bundaran dapat dihitung dengan cara menjumlahkan arus-arus per tempat masuk. arus menjalin total untuk masing masing dari 3 bagian jalinan yaitu AB, BC, CA dihitung dengan menjumlahkan arus yang melalui jalinan tersebut. lalu hitung rasio menjalin (P_w) dengan cara $P_w = Q_w/Q_{tot}$. Hitung rasio kendaraan tak bermotor bagian jalinan secara menyeluruh yaitu arus kendaraan tak bermotor total dengan arus total dalam kend/jam.

Maka didapatkan perhitungan arus menjalin sebagai berikut.

Tabel V. 30 Perhitungan Arus Menjalin

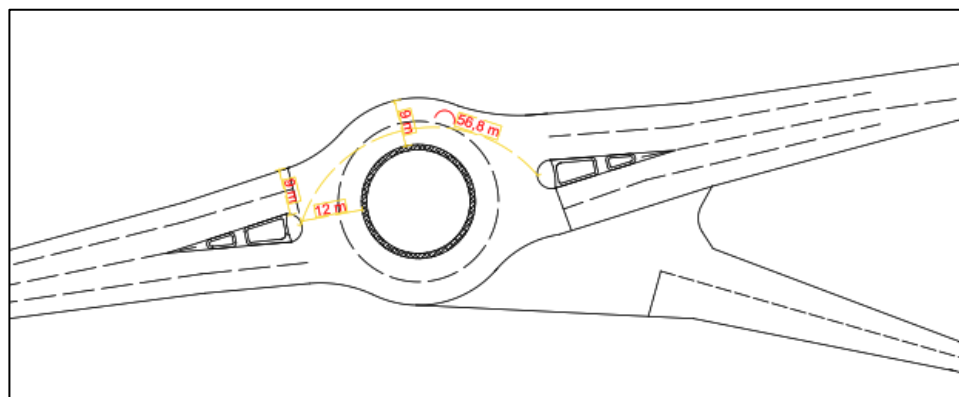
Bagian Jalinan	Arus Masuk Bundaran Q_{masuk}	Arus Masuk Bagian Jalinan Q_{tot}	Arus Menjalin Q_w	Rasio Menjalin P_w
AC	1128	1151	600	0,521
CD	459	1568	1016	0,647
DA	545	1561	463	0,296

Sumber : Analisa Penulis

Dari perencanaan geometrik bundaran yang telah dilakukan, maka didapat desain bundaran sebagai berikut.

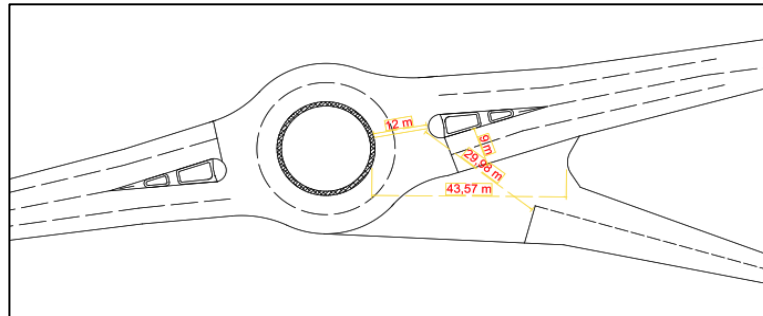
5.6.1.11 Geometrik Bundaran

Maka dari perencanaan geometric yang telah disusun berdasarkan pedoman dan kondisi eksisting simpang, maka didapat layout dan Panjang tiap jalinan seperti pada gambar dibawah ini

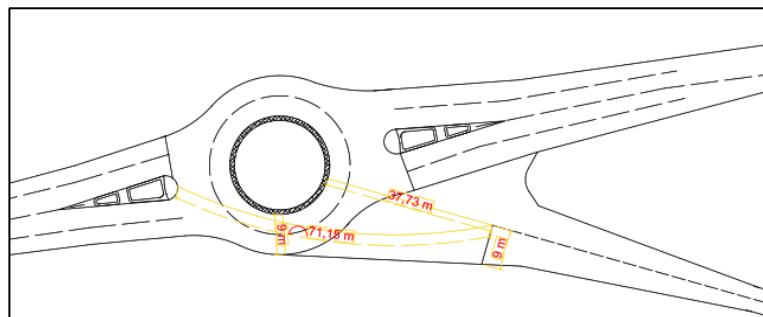


Gambar V. 23 Panjang & Lebar Jalinan AC

Sumber : Analisa Penulis

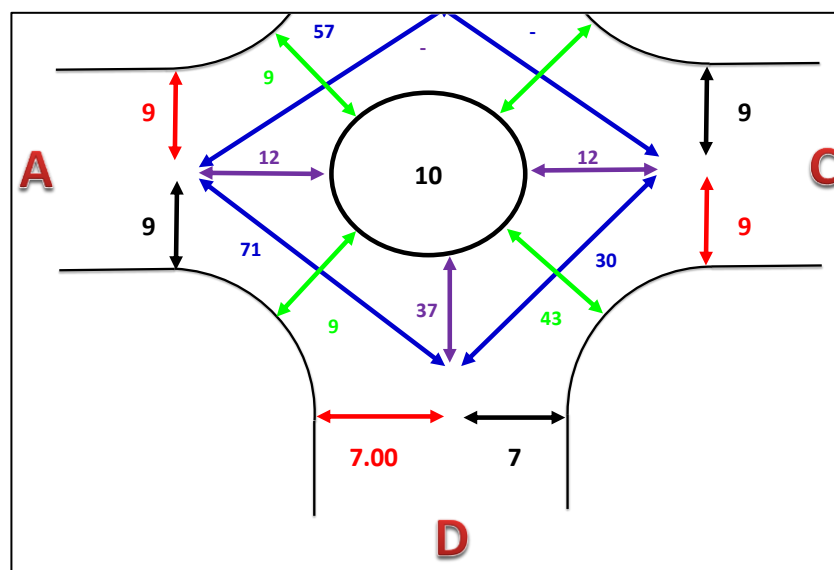


Gambar V. 24 Panjang & Lebar Jalinan CD
Sumber : Analisa Penulis



Gambar V. 25 Panjang & Lebar Jalinan DA
Sumber : Analisa Penulis

Maka dari data geometrik diatas, diperoleh geometrik bundaran sebagai berikut.



Gambar V. 26 Geometrik Rencana Bundaran
Sumber : Analisa Penulis

5.6.2 Kinerja Bundaran

5.6.2.1 Kapasitas Bundaran

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Perhitungan kapasitas bundaran dapat dilihat seperti rangkaian dibawah ini.

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

1. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Variabel masukan adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w):

$$C_0 = 135 \times W_w^{1,3} \times (1+W_E/W_w)^{1,5} \times (1-p_w/3)^{0,5} \times (1+W_w/L_w)^{-1,8}$$

Maka didapat kapasitas dasar tiap pendekat pada bundaran adalah sebagai berikut.

Tabel V. 31 Kapasitas Dasar Tiap Pendekat

Pendekat	Kapasitas Dasar
A	4742
C	4121
D	11667

Sumber : Analisa Penulis

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

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

Tabel V. 32 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelompok Kota	Penduduk (Juta Jiwa)	Fcs
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

Kabupaten sukoharjo memiliki penduduk 898.634, maka tergolong dalam kelompok penduduk sedang dengan faktor penyesuaian 0.94.

3. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkuran, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio kendaraan tak bermotor, hambatan samping dan tipe lingkungan jalan yang dapat disesuaikan dengan tabel dibawah ini.

Tabel V. 33 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	> 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI, 1997

Pada lokasi studi ini, tipe lingkungan jalan berupa komersial, hambatan samping rendah dengan rasio kendaraan bermotor 0,004. Maka faktor penyesuaian hambatan sampingnya adalah 0.95

4. Perhitungan Kapasitas Bundaran

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \text{ (smp/jam)}$$

$$C = 4.721 \times 0,94 \times 0,95 = 4.215 \text{ smp/jam}$$

Maka didapat,

Tabel V. 34 Kapasitas Tiap Pendekat Bundaran

Pendekat	Kapasitas
A	4215
C	3663
D	10369

Sumber : Analisa Penulis

5.6.2.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi. Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai;

$$DS = Q_{smp} / C$$

$$DS = 1.151 / 4.215 = 0,273$$

Maka didapat derajat kejenuhan sebagai berikut.

Tabel V. 35 Derajat Kejenuhan Tiap Pendekat

Pendekat	Derajat Kejenuhan
A	0,273
C	0,283
D	0,095

Sumber : Analisa Penulis

5.6.2.3 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan. Dihitung sebagai berikut

$$DT = 2 + 2,68982 * DS - (1 - DS)x2$$

$$DT = 2 + 2,68982 * 0,273 - (1 - 0,273)x2$$

Maka didapat, tundaan lalu lintas bundaran adalah

Tabel V. 36 Tundaan Lalu Lintas Tiap Jalinan

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (DT) (det/smp)
A	1,28
C	1,33
D	0,45
Rata Rata Tundaan Lalu Lintas	1,541

Sumber : Analisa Penulis

5.6.2.4 Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam jalinan. Dihitung sebagai berikut

$$DT_R = \sum(Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK} ; i = 1 \dots n$$

$$DT_R = (1.151_i \times 1,28) = 1.474$$

Maka didapat, tundaan lalu lintas bundaran adalah

Tabel V. 37 Tundaan Lalu Lintas Total

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (DT) (det/smp)
A	1.474
C	1.367
D	114
Tundaan bundaran	2.954

Sumber : Analisa Penulis

5.6.2.5 Tundaan Bundaran (Dg)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu-lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan menambahkan tundaan geometric rata-rata (4det/smp) pada tundaan lalu-lintas sebagaimana berikut ini:

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$D_R = 1.541 + 4 \text{ (det/smp)}$$

Maka didapat rata rata tundaan sebesar 5,54 det/smp

5.6.2.6 Peluang Antrian Bundaran (OPg%)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai:

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

$$QP\% = 26,65 \times DS - 55,55 \times DS^2 + 108,57 \times DS^3$$

$$QP\% = 9,41 \times 0.273 + 29,967 \times 0.273^{4,619} = 2,64$$

Sampai

$$QP\% = 26,65 \times 0.273 - 55,55 \times 0.273^2 + 108,57 \times 0.273^3 = 5,35$$

Maka didapatkan,

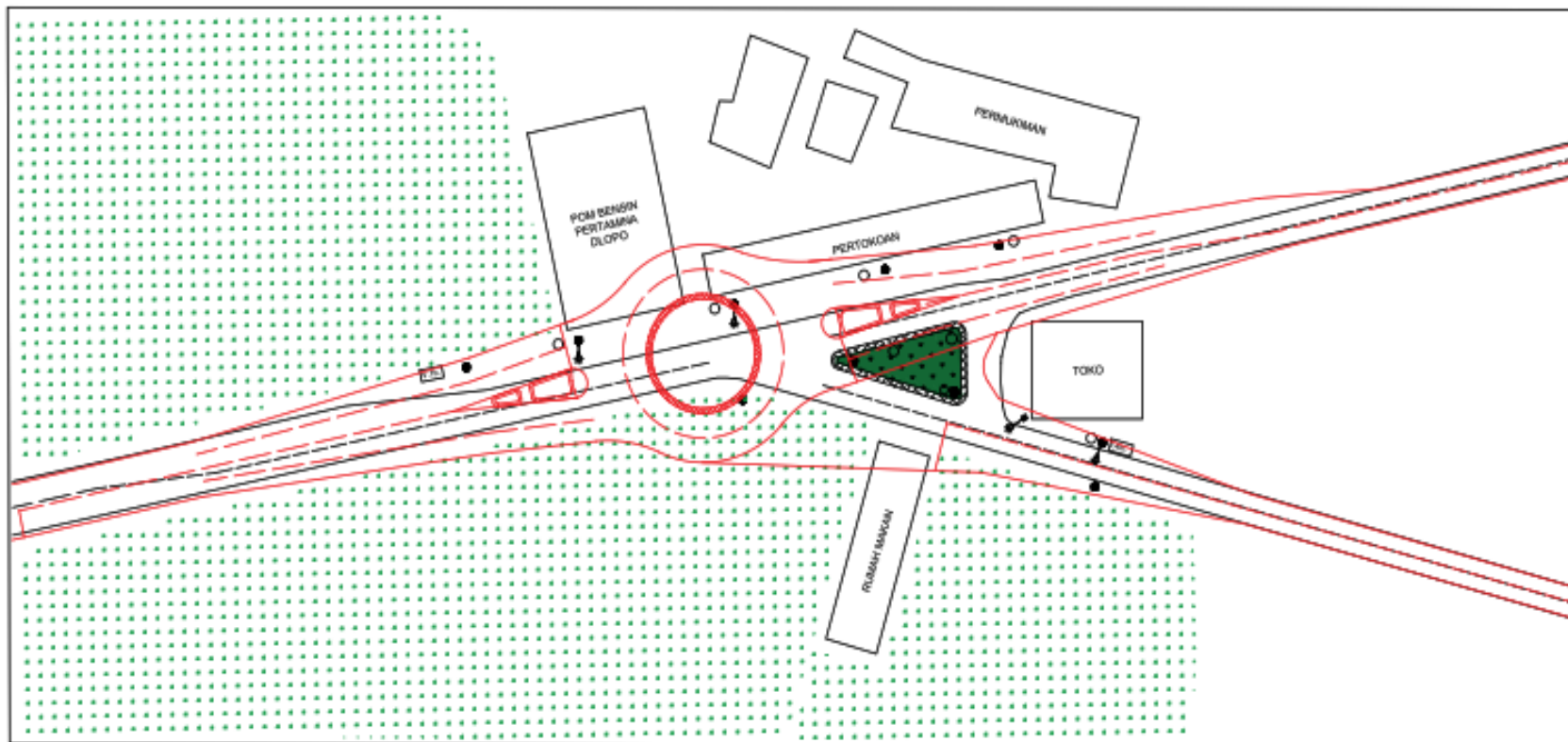
Tabel V. 38 Peluang Anrtian Tiap Pendekat

Pendekat	Peluang Antrian Bundaran
A	2,64 – 5,35 %
C	2,73 – 5,52 %
D	0,49 – 1,26 %
Peluang Antrian Bundaran	0,49 – 5,52 %

Sumber : Analisa Penulis

5.6.3 Kebutuhan Lahan Untuk Bundaran

Luas lahan kondisi eksisting saat ini adalah 2683m² dan kebutuhan untuk perencanaan bundaran adalah 5553m². Kondisi eksisting digambarkan dengan warna hitam dan perencanaan bundaran dengan warna merah seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar V. 27 Kebutuhan Lahan Pada Perencanaan Bundaran
 Sumber : Analisa Penulis

5.7 PERBANDINGAN USULAN

Dari ketiga usulan diatas, maka dapat dibandingkan kinerja pada kondisi eksisting dan kinerja setelah dilakukan upaya guna memilih usulan mana yang dapat menyelesaikan masalah kinerja di Simpang Tiga Kadilangu ini.

Tabel V. 39 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Usulan

Indikator	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3
	Tak Bersinyal	Penyesuaian Lajur	Penyesuaian Lajur dan tipe pengendalian APILL	Tipe Pengendalian Bundaran
Derajat Kejenuhan	0,905	0,840	0,730	0,283
Tundaan Lalu Lintas (det)	10,92	10,20	27,05	1,54
Peluang Antrian (%)	32,85 - 64.82	28,37 - 56.13	28,00 – 56,00	0,49 – 5,52
Tingkat Pelayanan	B	B	D	A

Sumber : Analisa Penulis

Dapat dilihat pada tabel perbandingan usulan diatas, bahwa usulan satu berupa penyesuaian lebar lajur pada jalan mayor membuahkan hasil yaitu turunnya derajat kejenuhan sebanyak 7% dari 0,905 menjadi 0,840 namun tundaan masih belum teratasi sehingga pelayanan simpang memburuk dari awalnya tingkat pelayanan B, menjadi D.

Pada usulan 2, derajat kejenuhan menurun cukup signifikan yaitu sebesar 17% dari 0.905 menjadi 0,73. dengan diberlakukannya apill ini cukup berpengaruh dalam memisah konflik, namun tundaan tidak dapat terhindarkan karena pengaturan sinyal yang menyebabkan kendaraan harus bergantian memasuki area simpang.

Usulan 3 memiliki kinerja terbaik untuk menyelesaikan masalah di simpang ini, karena pada usulan ini derajat kejenuhan menurun drastis sebesar 68% yang semula 0.905 menjadi 0.283 dan tundaan lalu lintas yang masih sangat dapat teratasi. Yaitu sebesar 1,54 detik.

Jika dilihat dari kinerjanya, bundaran tentu memiliki kinerja terbaik dari solusi solusi lainnya, namun perlu pula diperhatikan upaya yang perlu dilakukan untuk mengaplikasikan bundaran yaitu mengenai kebutuhan lahan untuk perencanaan bundaran yaitu sebesar 5553m² dari 2683m² lahan yang tersedia.

Apabila bundaran belum memungkinkan untuk diterapkan, maka solusi pada usulan 1, yaitu pelebaran geometrik jalan tanpa merubah tipe pengendalian simpang merupakan solusi terbaik kedua untuk mengatasi permasalahan di persimpangan karena memperbaiki derajat kejenuhan dari 0,905 menjadi 0,804 dengan tingkat pelayanan B. Solusi usulan 2 yaitu merubah tipe pengendalian menjadi APILL bukan merupakan solusi yang tepat, karena meskipun konflik terpisahkan dengan teratur dan menurunkan derajat kejenuhan menjadi 0,730, namun tingkat pelayanan pada simpang dengan tipe pengendalian apill adalah D, maka solusi terbaik kedua setelah Bundaran (Usulan 3) adalah pelebaran geometrik simpang tanpa merubah pengendalian (Usulan 1).

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada Simpang Tiga Tidak Bersinyal Kadilangu Sukoharjo pada kondisi eksisting dan upaya penanganan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Simpang Tiga Kadilangu merupakan simpang tidak bersinyal yang dari hasil analisis kondisi eksisting didapat nilai derajat kejenuhan pada simpang adalah 0,90 dengan tundaan sebesar 10,92 detik dan peluang antrian sebesar 32,85 – 64,82.
2. Untuk meningkatkan kinerja persimpangan ini, diperlukan upaya upaya dalam menyelesaikan permasalahan di simpang, dalam hal ini ada tiga upaya yang dilakukan, yaitu dengan melakukan pelebaran geometrik jalan pada jalan mayor yang terjadi penyempitan, perubahan tipe pengendalian apill dengan geometri jalan yang telah diperluas dan dengan tipe pengendalian simpang berupa bundaran. Usulan dengan kinerja terbaik adalah pada usulan ketiga yaitu dengan melakukan perubahan tipe pengendalian simpang berupa bundaran.
3. Dari hasil analisis pada Simpang Tiga Kadilangu maka didapat kinerja usulan yaitu;
 - a. Penyesuaian Lajur: DS sebesar 0,84, Tundaan selama 10,20 detik dan Peluang antrian 28,37 - 56.13.
 - b. Perubahan Tipe Pengendalian Apill: DS sebesar 0.73, Tundaan selama 27,05 detik dan peluang antrian 28,00 – 56,00.
 - c. Perubahan Tipe Pengendalian Bundaran: DS sebesar 0,281, Tundaan selama 1,54 detik dan peluang antrian sebesar 0,49 – 5,52.

Dari ketiga usulan ini, dilihat dari kinerjanya, maka kinerja terbaik ada pada usulan tiga, yaitu dengan melakukan perubahan tipe pengendalian simpang berupa bundaran.

Usulan terbaik kedua apabila bundaran belum memungkinkan untuk diterapkan adalah pelebaran geometrik jalan (usulan 1) karena pada usulan ini, derajat kejenuhan cukup teratasi dari 0,905 menjadi 0,840 dan tundaan masih terkendali dengan tingkat pelayanan B, mengingat pada usulan tipe pengendalian APILL (usulan 2) derajat kejenuhan dapat teratasi menjadi 0,730 namun tundaan tidak dapat terelakkan yaitu sebesar 27,05 sehingga tingkat pelayanan simpang menurun dari B, menjadi D.

6.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan oleh penulis berdasarkan hasil Analisa dan pembahasan adalah:

1. Segera dilakukannya penanganan pada Simpang Tiga Kadilangu berupa penggunaan tipe pengendalian bundaran sesuai teknis yang telah dibahas, melihat kinerja eksisting yang sudah melebihi batas wajar kinerja pada simpang tak bersinyal ($DS > 0,84$) yaitu dengan derajat kejenuhan sebesar 0,90.
2. Perlu dilakukan analisis dampak lingkungan terhadap bangunan yang berada ataupun yang akan dibangun di Kawasan Simpang Tiga Kadilangu.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1993, *Keputusan Menteri Perhubungan No. 62 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*.
- _____, 2009, *Undang Undang Republik Indonesia No.22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- _____, 2013, *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.7234/AJ.401/DRJD/2013 Tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Persimpangan Sebidang*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2004, *Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017, *Modul 6 Perencanaan Perlengkapan Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Cetakan Ketiga. Erlangga, Jakarta.
- Morlok, E. K. (1978). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Alih Bahasa Johan K Hainim, Erlangga, Jakarta.
- Oglesby, C. H., & Hicks, R. G. (1988). *Teknik Jalan Raya*. Erlangga.
- Tim PKL Kabupaten Sukoharjo. (2022). *Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan di Wilayah Studi Kabupaten Sukoharjo dan Identifikasi Permasalahannya*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi Halaman 1

SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT



KARTU ASISTENSI

NAMA : MAHFUZH YAZID

NOTAR : 19.02.203

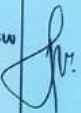
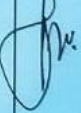
PROGRAM STUDI : D-III MTJ

DOSEN : 1. SUMANTRI W. PRAJA, M.S

SEMESTER : 2. ATALINE MULIASARI, MT

TAHUN AJARAN : 6

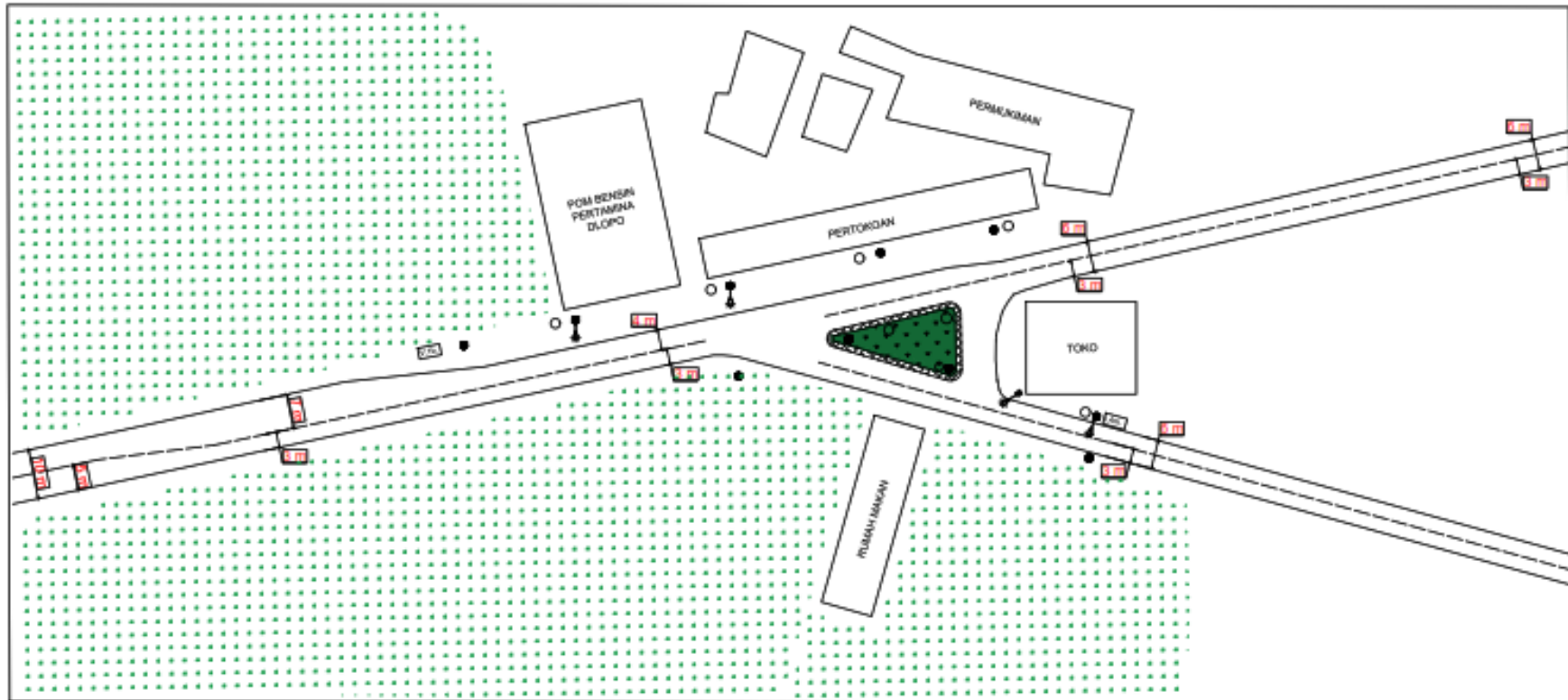
2021 / 2022

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	13 JULI 2022	- Penyampaian ide KKW - Revisi Bab I - Revisi Bab II - Melanjutkan Bab III & IV		1.	4 JULI 2022	- Bab 1. - Penyampaian konsep KKW - Pengarahan pengerjaan Bab 2. - Gambar kendaraan yang lewat (total)	
2.	22 JULI 2022	- Penyampaian Revisi Bab I - Penyampaian Revisi Bab II - Revisi Bab III - Revisi Bab IV - Melanjutkan bab V		2	11 JULI 2022	- Jarak taper dari mulut simpang - Jangan masukan rumus yang tidak dipakai - Lanjutkan Bab III & BAB IV	
3	29 JULI 2022	- Selesaikan Bundarannya - Buat perbandingan tiap usulan - Tidak perlu invent, gambar diperjelas ukurannya		3	19 JULI 2022	- Tingkat pelayanan di simpang bersingkal - Perbaiki gambar gerakan membelok - Alinyemen bundaran - Pertemuan berlatanya sudah ada gambar bundaran.	
4	1 AGUSTUS 2022	- Buat overlay perencanaan bundaran & bangunan eksisting - Hitung kebutuhan ruang untuk bundaran.		4	29 JULI 2022	- Buat titik April pada gambar - Penomoran sub-bab - Benahi diagram fase - Bandingkan tiap usulan	
5.	1 AGUSTUS 2022	<i>all siap</i> <i>Orlando</i>		5.	1 AGUSTUS 2022	- Benahi Tata Naskah sesuai pedoman - Pada bab VI, benahi saran, ke Rekomendasi hasil analisis	

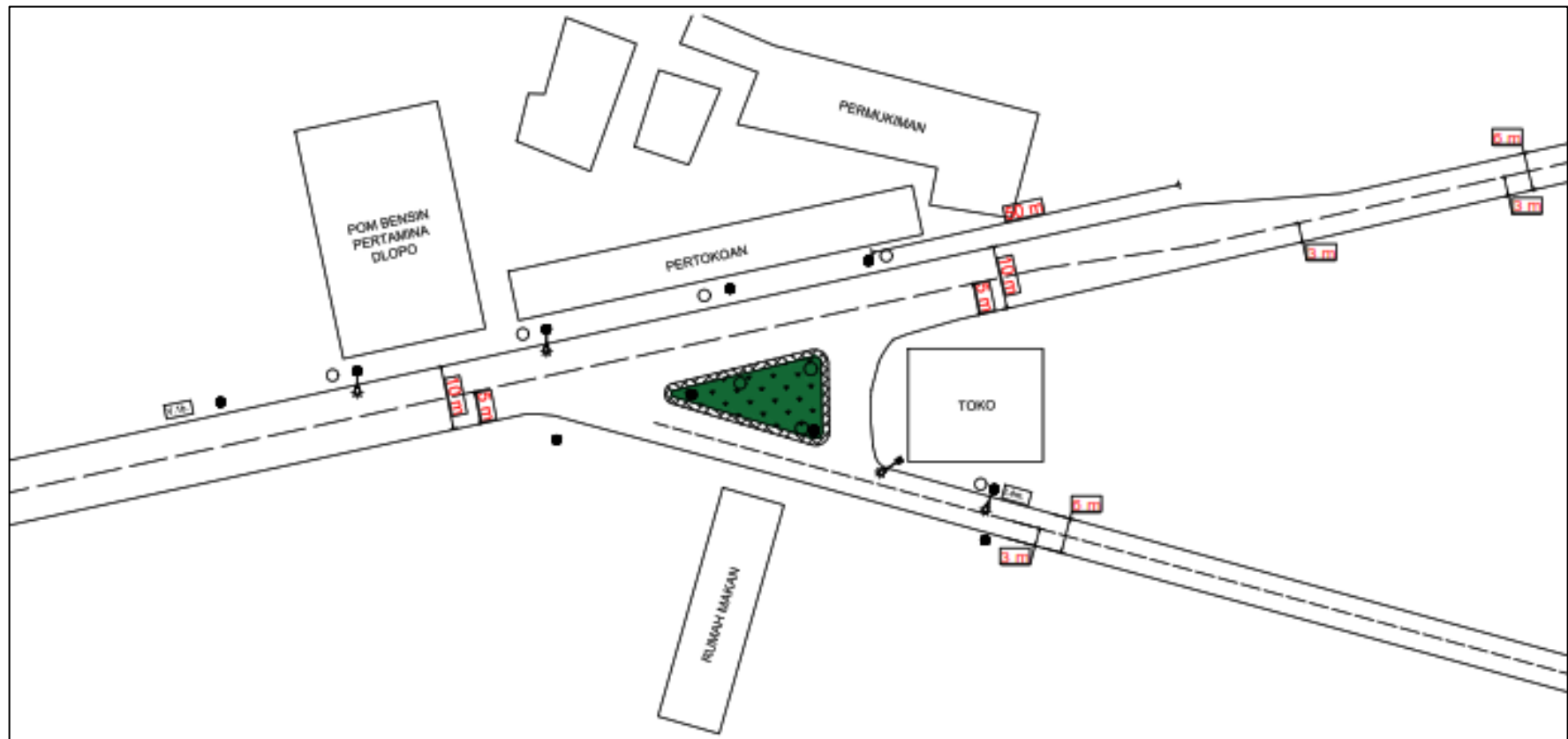
Lampiran 2 Lembar Asistensi Halaman 2

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
				5		- Bombongan PPT	
				Agustus 2022		- <u>Acc.</u>	

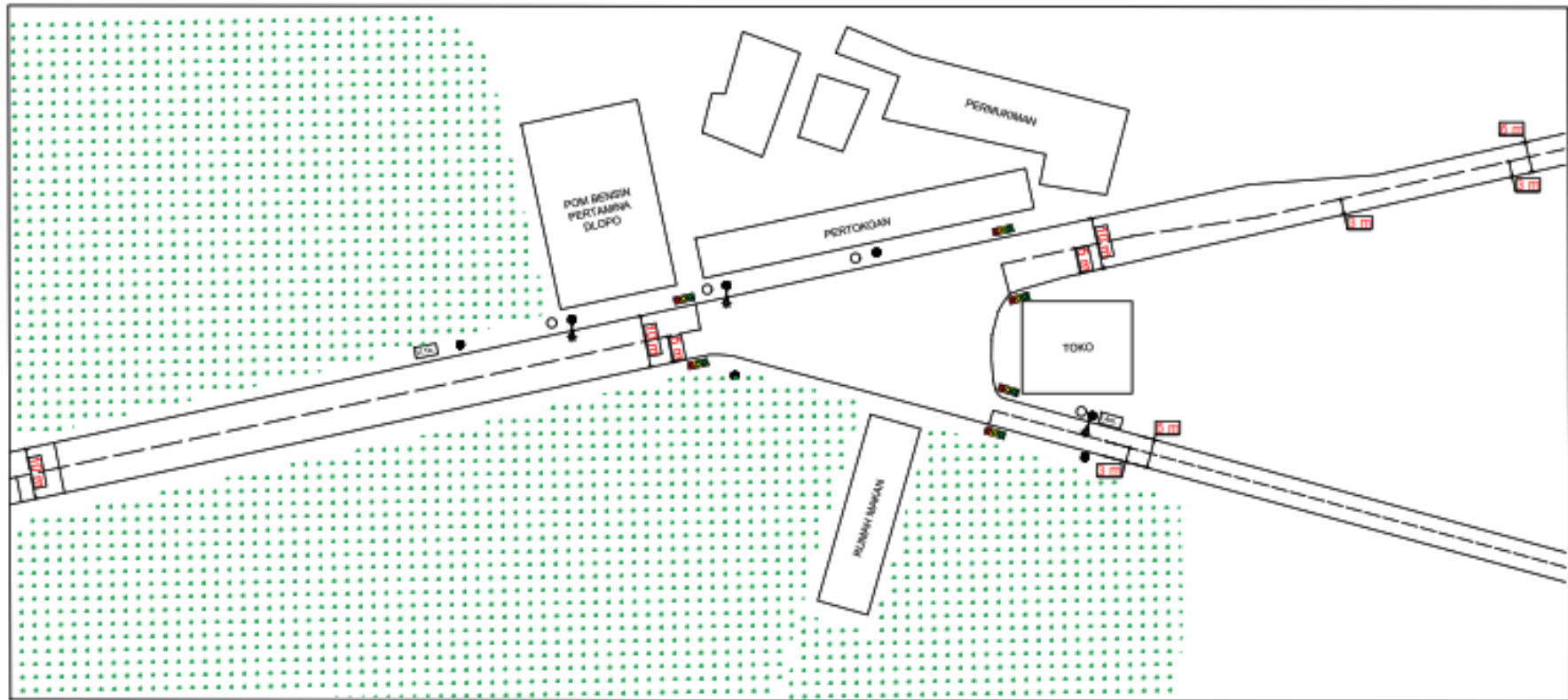
Lampiran 3 Kondisi Simpang Eksisting



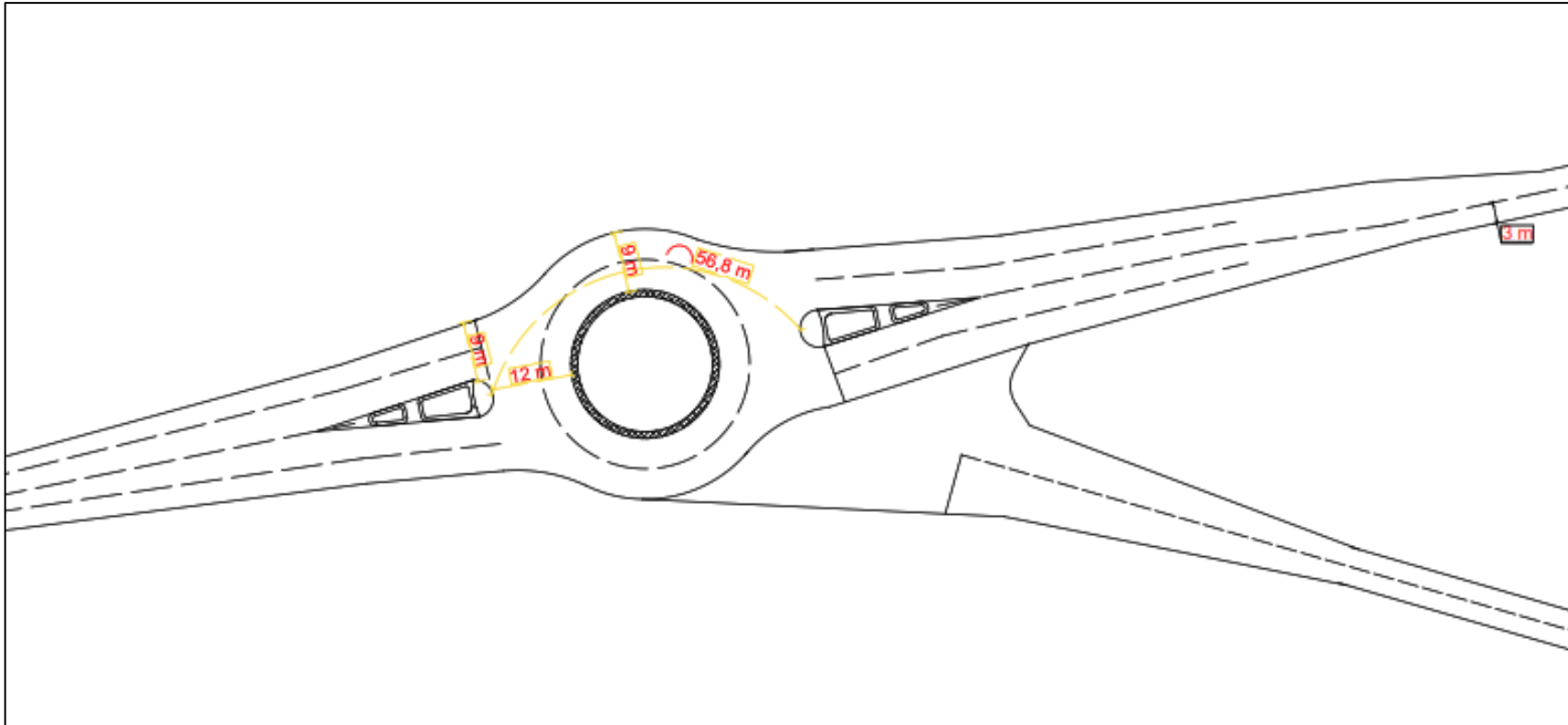
Lampiran 4 Kondisi Usulan 1 (Pelebaran Geometrik SImpang



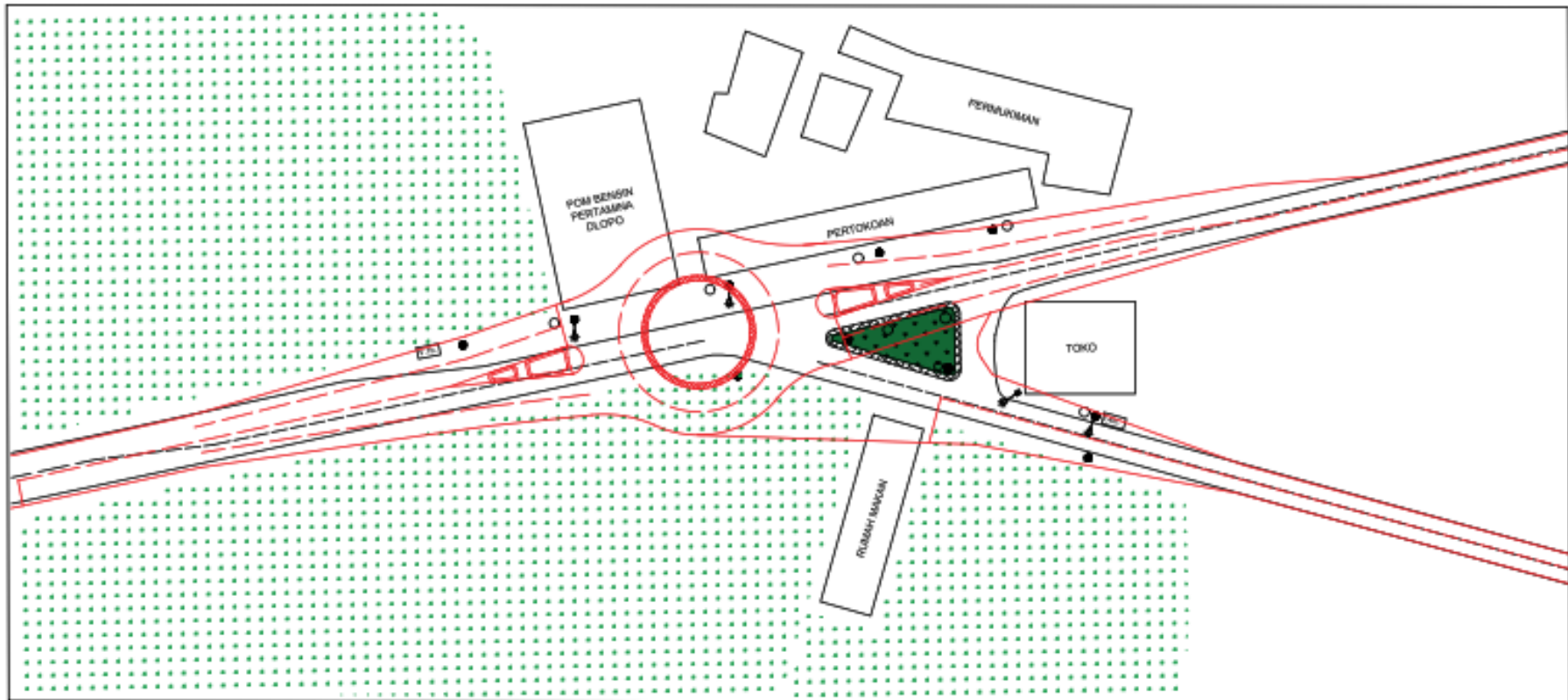
Lampiran 5 Kondisi Simpang Usulan 2 (Tipe Pengendalian APILL)



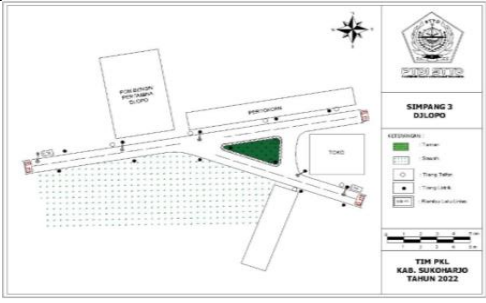
Lampiran 6 Kondisi Usulan 3 (Tipe Pengendalian Bundaran)



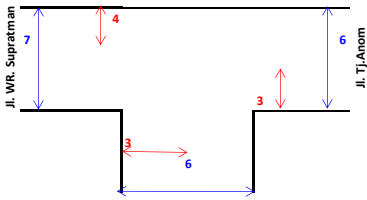
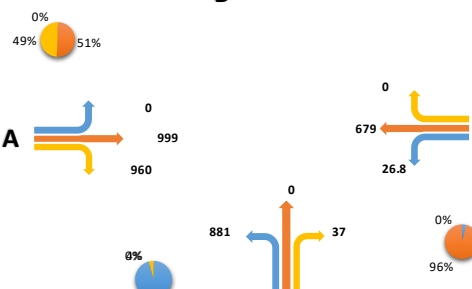
Lampiran 7 Overlay Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Bundaran



Lampiran 8 Inventarisasi Simpang Tiga Kadilangu Eksisting

		POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD							
		PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN							
		TIM PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL) KABUPATEN SUKOHARJO							
		TAHUN 2022							
FORMULIR SURVEI INVENTARISASI SIMPANG									
Nama Simpang		SIMPANG 3 DJLOPO				VISUALISASI SIMPANG 			
Geometri Simpang		Simpang 3							
1	Node	1552							
2	Tipe Pendekat	Terlawan							
3	Tipe Simpang	3 2 2							
4	Fase Simpang	-				LAYOUT SIMPANG 			
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat				
Ruas Jalan			Jl. Raya Djlopo	Jl. Tanjung Anom	Jl. Wr. Supratman				
5	Waktu Hijau								
6	Waktu Merah								
7	Waktu Kuning								
8	Lebar Pendekat Total (m)		6	6	7				
9	Lebar Median (m)		-	-	-				
10	Lebar Bahu Kanan (m)		-	-	-				
11	Lebar Bahu Kiri (m)		-	-	-				
12	Lebar Trotoar Kiri		-	-	-				
13	Lebar Trotoar Kanan		-	-	-				
14	Lebar Drainase Kiri		1.5	1.5	1				
15	Lebar Drainase Kanan		1	1	1.5				
16	Lebar Jalur Efektif Pendekat (m)		6	6	7				
17	Lebar Lajur Pendekat (m)		3	3	3 & 4				
18	Hambatan Samping		Sedang	Sedang	Sedang				
19	Tataguna Lahan		-	-	-				
20	Model Arus (Arah)		2 arah	2 arah	2 arah				
21	Kondisi Marka		Baik	Baik	Baik				
22	Fasilitas Zebra Cross		-	-	-				
23	Marka Line Stop		-	-	-				
24	Fasilitas Ruang Khusus Roda 2		-	-	-				
Fasilitas Simpang		Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi			Jumlah	Kondisi
25	Rambu Larangan			1	Baik			-	Baik
	Rambu Peringatan			-	-	2	Baik		
	Rambu Perintah			-	-	-	-		
	Rambu Petunjuk			-	-	-	-		

Lampiran 9 Data Masukan Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Kadilangu

SIMPANG			Tanggal :			Ditangani Oleh			TIM PKL KABUPATEN SUKOHARJO				
LANGKAH A: MENETAPKAN DATA MASUKAN			Jl Mayor : Jl. WR. Supratman Jl. Tj. Anom			Ukuran Kota			898,634				
A.1. DATA GEOMETRIK			Jl Minor : Jl. Raya Djlopo			Lingkungan Simpang			KOMERSIL				
A.2. DATA ARUS LALU LINTAS			Simpang: Simpang Djlopo			Hambatan Samping			SEDANG				
Geometri Simpang						Arus Lalu Lintas							
A B C D 						A B C D 							
Median Jalan		TA											
1	Komposisi			LV %	16%	HV %	3%	MC %	81%	Faktor-smp	0.006	Faktor-k	
	Tipe Kendaraan	Arah	Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)		Kend. Tak Bermotor (UM) kend/jam		
	emp		emp	1	emp	1.3	emp	0.5	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok	RKTB	
	Pendekat/gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	(7)	(8)	(9)	(10)	
2	A	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3		LURUS	100	100	9	12	890	445	999	557	-	-	
4		BELOK KANAN	171	171	15	20	774	387	960	577	0.509	-	
5		Total	271	271	24	31	1,664	832	1,959	1,134	-	-	
6	C	BELOK KIRI	12	12	-	-	15	8	27	19	-	-	
7		LURUS	160	160	28	36	490	245	679	442	-	-	
8		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9		Total	172	172	28	36	506	253	705	461	-	-	
10	Jl. Mayor (A + C)		442	442	52	68	2,170	1,085	2,664	1,595	-	-	
11	D	BELOK KIRI	113	113	42	55	726	363	881	530	0.955	-	
12		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13		BELOK KANAN	13	13	-	-	23	12	37	25	0.045	-	
14		Total	126	126	42	55	749	374	917	555	1.000	-	
15	Jl. Minor (B + D)		126	126	42	55	749	374	917	555	1.00	-	
16	(A + C) + (B + D)	BELOK KIRI	125	125	42	55	741	370	907	550	0.955	-	
17		LURUS	260	260	37	48	1,380	690	1,677	998	-	-	
18		BELOK KANAN	184	184	15	20	798	399	997	602	0.554	-	
19	(A + C) + (B + D)		569	569	94	122	2,918	1,459	3,581	2,150	1.509	-	
20	Rasio (Jl. Minor)/((Jl. Mayor) + (Jl. Minor)) Total								0.256		UM/MV	0.004	

Lampiran 10 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata Simpang Tiga Kadilangu

Jumlah Penduduk : 891.912

Tipe Jalan : Kolektor

Hambatan Samping : Komersial Sedang

Volume Arus Lalu Lintas

Mayor = Timur + Barat

$$= 1134 + 461$$

$$= 1595$$

Minor = Selatan

$$= 555$$

Faktor Persen K untuk Simpang Tiga Kadilangu adalah 8 %

$LHR = VJP / K$

1. Jalan Mayor

$$LHR = \frac{1595}{8\%}$$

$$LHR = 19.937$$

2. Jalan Minor

$$LHR = \frac{555}{8\%}$$

$$LHR = 6937$$

Lampiran 11 Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

FORMULIR SIM-II											Formulir SIM - II					
SIMPANG		Tanggal :		Ditangani Oleh				TIM PKL KABUPATEN SUKOHARJO								
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Jl Mayor : Jl. WR. Supratman dan Jl. Tj. Anom				Ukuran Kota		898,634								
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jl Minor : Jl. Raya Djlopo dan				0 Lingkungan Simpang		KOMERSIL								
		Simpang: Simpang Djlopo				Hambatan Samping		SEDANG								
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang																
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median				
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R	Jalan Minor	Jalan Mayor						
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}									
		m	m	m	m	m	m									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)				
0	3	4	3	3.5	0	3	3	3.33	2	2	322	Tidak ada				
2. Kapasitas																
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co)	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)								Kapasitas (C)						
		Lebar Pendekat Rata-Rata	Median Jalan	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Arus Minor								
									smp/jam		F_{LP}	F_M	F_{UK}	F_{HS}	F_{BKl}	F_{BKA}
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)							
0	2,700	0.98	1.00	0.94	0.95	1.25	0.83	0.96	2,377.35							
3. Kinerja Lalu Lintas																
Pilihan	Arus lalu-lintas (Qtot)	Derajat Kejenuhan	Tundaan Lalin	Tundaan Jl.	Tundaan Jl. Minor	Tundaan Geometrik	Tundaan Simpang	Peluang Antrian	Sasaran							
	smp/jam									$D_j = Q/C$	TLL	T_{MA}	T_{MI}	TG	$T=TLL+TG$	PA
	(22)									(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
0	2,150.20	0.90	11.73	8.49	21.02	4.06	15.78	33	65	DS >	0.85					
			DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	%	%							

Lampiran 12 SIG I Simpang Bersinyal

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN		Tanggal : 22 MARET 2022													
		Kota KABUPATEN SUKOHARJO													
		Simpang SIMPANG 3 KADILANGU													
		Ukuran Kota 898.634 PENDUDUK													
		Perihal : 3 FASE HIJAU													
		Periode : JAM SIBUK PAGI - SORE													
FASE SINYAL YANG ADA															
Waktu Siklus (detik) C : 56 Waktu Hilang Total LTI = Σ IG = 12															
Hijau 16	Hijau 9	Hijau 19													
Merah 36	Merah 43	Merah 33													
Kuning 3	Kuning 3	Kuning 3													
Diagram Fase :															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Kaki Simpang</th> <th>Fase</th> <th>Diagram Fase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barat</td> <td>1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Timur</td> <td>2</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Selatan</td> <td>3</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				Nama Kaki Simpang	Fase	Diagram Fase	Barat	1		Timur	2		Selatan	3	
Nama Kaki Simpang	Fase	Diagram Fase													
Barat	1														
Timur	2														
Selatan	3														
56 Detik															
KONDISI LAPANGAN															
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Kelandaian (+/- %)	Belok Kiri Langsung	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)								
1	2	3	4	5	6	7	Pendekat Wa	W masuk	W ltor	W keluar					
S	COM	RENDAH	0	-	T	-	3	3	0	3					
T	COM	RENDAH	0	-	T	-	5	5	0	5					
B	COM	RENDAH	0	-	T	0	5	5	0	5					

Lampiran 13 SIG II Simpang Bersinyal

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II ARUS LALU LINTAS		Tanggal :		22 MARET 2022													
		Kota KABUPATEN SUKOHARJO															
		Simpang SIMPANG 3 KADILANGU															
Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND. TAK BERMOTOR					
		Kendaraan Ringan (LV) emp terlindung = 1 emp terlawan = 1				Kendaraan Berat (HV) emp terlindung = 1.3 emp terlawan = 1.3				Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0.2 emp terlawan = 0.4		Kendaraan Bermotor Total MV		Rasio Berbelok		Arus UM (Kend/jam)	Rasio UM/MV
kend/jam	terlindung	terlawan	kend/jam	terlindung	terlawan	kend/jam	terlindung	terlawan	kend/jam	terlindung	terlawan	p LT	p RT				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Selatan	LT/LTOR	124	124	124	38	49	49	714	143	286	876	316	459	0.95		6	0.000
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	#DIV/0!	
	RT	12	12	12	0	0	0	29	6	12	41	18	23	0.05	2	0.000	
	Total	136	136	136	38	49	49	743	149	297	917	334	482		8	0.009	
Timur	LT/LTOR	9	9	9	2	2	2	15	3	6	25	14	17	0.04	3	0.000	
	ST	163	163	163	20	26	26	508	102	203	691	291	393		4	0.000	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000	
	Total	172	172	172	22	28	28	523	105	209	717	305	409		7	0.010	
Barat	LT/LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000	
	ST	101	101	101	7	9	9	898	180	359	1,006	289	469		1	0.000	
	RT	177	177	177	15	20	20	783	157	313	975	353	510	0.55	3	0.000	
	Total	278	278	278	22	29	29	1,682	336	673	1,981	643	979		4	0.002	
3,615																	

Lampiran 14 SIG IV Simpang Bersinyal

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :		22 MARET 2022																																					
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Kota : KABUPATEN SUKOHARJO																																							
Simpang : SIMPANG 3 KADILANGU																																																	
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)										Fase1										Fase2										Fase3										Fase*									
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam) So	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau						Arus Lalu Lintas (smp/jam) Q	Rasio Arus (FR) Q/S	Rasio Fase PR = Frerit	Waktu Hijau (detik) g	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c) C	Derajat Kejenuhan Q/C																												
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			Faktor-faktor koreksi				Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam) S																																			
										Semua Tipe pendekat		Hanya tipe P																																					
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelan-daian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT																																		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)																											
S	3	TERLINDUNG	-	0.95	0.05	23	-	3.00	1,800	0.94	0.95	1.00	1.00	1.01	0.85	1,382	334	0.24	0.42	19	469	0.71																											
T	2	TERLINDUNG	-	0.04	-	-	510	5.00	3,000	0.94	0.95	1.00	1.00	1.00	0.99	2,660	305	0.11	0.20	9	427	0.71																											
B	1	TERLINDUNG	-	-	0.55	510	-	5.00	3,000	0.94	0.95	1.00	1.00	1.14	1.00	3,062	643	0.21	0.36	16	875	0.73																											
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			12	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						55	IFR = $\frac{E}{E \cdot F_{erit}}$						0.58	#VALUE!																															
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						56																																							

Lampiran 15 SIG V Simpang Bersinyal

Formulir SIG-V

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal		22 MARET 2022			
Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN										Kota					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Simpang					
TUNDAAN										Waktu Siklus					
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 QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
S	334	469	0.71	0.041	0.73	5.02	5.74	7.00	46.67	1.00	332	24.70	4.01	28.71	9,584.79
T	305	427	0.71	0.021	0.73	4.61	5.34	7.00	28.00	1.01	309	25.69	4.00	29.69	9,045.93
B	643	875	0.73	0.018	0.88	9.73	10.61	14.00	56.00	0.95	614	23.81	3.97	27.78	17,851.74
LTOR (semua)	330		#VALUE!						56.00			-	6.00	6.00	-
Arus kor. Qkor	91.59								43.56	Total	1,255	24.73	3.99	Total	36,482.45
Arus total Qtot	1,281									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0.98	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		28.48	

Lampiran 16 RWEAV I Bundaran

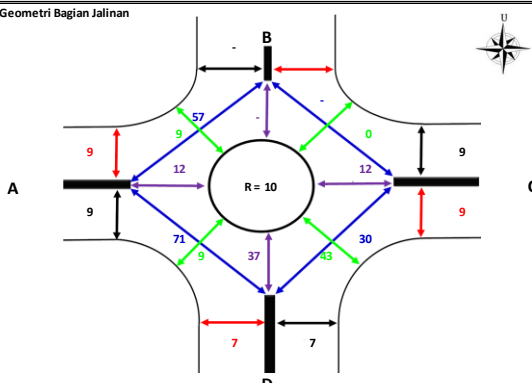
BAGIAN JALINAN BUNDRAN

FORMULIR RWEAV-I:

- GEOMETRI

- ARUS LALU LINTAS

Geometri Bagian Jalinan



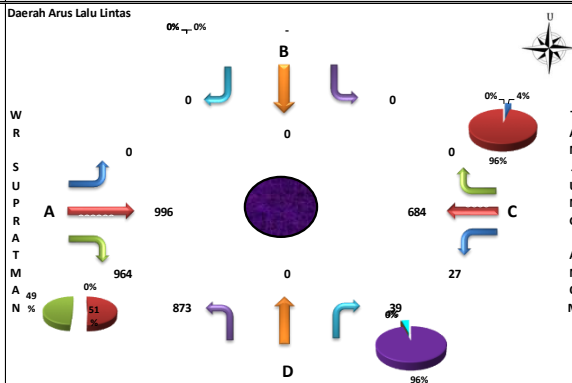
Tanggal : Sunday, April 10, 2022

Kota : SUKOHARJO

Ditangani Oleh : TIM PKL KAB. SUKOHARJO

Periode : 0

Daerah Arus Lalu Lintas



ARUS LALU LINTAS																											
1	Komposisi		LV%		16%		HV%		2%		MC%		82%		F-smp		0.006		Faktor-k				Kend. Tak Bermotor (UM) kend/jam				
	Tipe Kendaraan emp		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor		Total (MV)		Bagian Jalinan		AC		-		CD		DA						
	Pendekat/g erakan		Kend smp		Kend smp		Kend smp		Kend smp		Kend smp		Kend smp		Arus Menjal		Arus Total		Arus Menjal		Arus Total			Arus Menjal		Arus Total	
	(1) (2)		(3) (4)		(5) (6)		(7) (8)		(9) (10)		(11) (12)		(13) (14)		(15) (16)		(17)										
2	A	LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3		ST	95	95	8	10.4	893	446.4	996	552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
4		RT	171	171	11	14.3	782	390.8	964	577	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
5		UT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6		Total	266	266	19	25	1,674	837	1,960	1,128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
7	B	LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8		ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9		RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10		UT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11		Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	C	LT	10	10	-	-	17	8.4	27	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
13		ST	169	169	17	22.1	498	249.2	684	440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
14		RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15		UT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16		Total	179	179	17	22	515	258	711	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
17	D	LT	113	113	36	46.8	724	362.0	873	522	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
18		ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19		RT	6	6	-	-	33	16.4	39	23	-	-	23	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
20		UT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21		Total	120	120	36	47	757	378	912	523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
22	Total										3,584	1,610	1,128	1,151	23	23	1,017	1,035	463	463	16						
23	Rasio Menjalin (P _w)												0.980	1.000			0.982	1.000									
24	Rasio UM/MV (P _{UM})																										
0.004																											

Lampiran 17 RWEAV II Bundaran

Formulir RWEAV-II

BAGIAN JALINAN BUNDRAN FORMULIR RWEAV-II - ANALISA		Tanggal : Sunday, April 10, 2022 Kota : SUKOHARJO Periode : 0 Bundaran : KARTASURA		Ditangani Oleh : TIM PKL KAB. SUKOHARJO Ukuran Kota (Juta Orang) : 0.90 Lingkungan Jalan : COM Hambatan Samping : RENDAH					
1. Parameter Geometri Bagian Jalinan									
	Bagian Jalinan (1)	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-Rata W_E (4)	Lebar Jalinan W_W (5)	W_E/W_W (6)	Panjang Jalinan L_W (7)	$W_A = W_W/L_W$ (8)	Rasio Menjalin P_W (9)
		Pendekat 1 (2)	Pendekat 2 (3)						
1	AC	9.00	12.00	10.50	9.00	1.167	57.0	0.158	0.980
2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000
3	CD	9.00	12.00	10.50	43.00	0.244	30.0	1.433	0.982
4	AD	7.00	37.00	22.00	9.00	2.444	71.0	0.127	1.000
2. Kapasitas									
	Bagian Jalinan (9)	Faktor- W_W (10)	Faktor- W_E/W_W (11)	Faktor- P_W (12)	Faktor- W_A (13)	Kapasitas Dasar (C_0) smp/jam (14)	Faktor Penyesuaian		Kapasitas (C) smp/jam (17)
							Ukuran Kota F_{CS} (15)	Lingk. Jalan F_{RS} (16)	
1	AC	2,349	3.189	0.821	0.768	4,721	0.94	0.95	4,216
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	CD	17,941	1.388	0.820	0.202	4,120	0.94	0.95	3,679
4	AD	2,349	6.393	0.816	0.807	9,890	0.94	0.95	8,832
3. Prilaku Lalu Lintas									
	Bagian Jalinan (18)	Arus Bagian Jalinan (Q) smp/jam (19)	Derajat Kejenuhan $DS = Q/C$ (20)	Tundaan Lalu Lintas (DT) det/smp (21)	Tundaan Lalu Lintas Total $DT_{TOT} = Q \times DT$ det/jam (22)	Peluang Antrian QP% (23)	Sasaran (24)		
1	AB	1,151	0.273	1.28	1,474	3-5			
2	-	23	-	-	-	-			
3	CD	1,035	0.281	1.32	1,367	3-6			
4	AD	463	0.052	0.25	114	0-1			
5	DS dari Jalinan DS_R		0.281	Total	2,954				
6	Tundaan Lalu Lintas Bundaran Rata-Rata DT_R det/smp				1.84				
7	Tundaan Bundaran Rata-Rata $D_R (DT_R+4)$ det/smp				5.84				
8	Peluang Antrian Bundaran QP% Tertinggi				3-5				

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (25)

Lampiran 18 Data Ruas Jalan Yang Berhubungan Dengan Simpang Tiga Kadilangu

No	Link		Nama Jalan	Fungsi Jalan	Status Jalan	Panjang Ruas (m)	Tipe	Lebar Lajur Efektif (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Median (m)	Kelas Hambatan Samping	Co	FCw
	Awal	Akhir												
71	1553	1454	Jalan WR. Supratman	KOLEKTOR	KABUPATEN	4700	2/2 UD	7	7	0	0	L	2900	1
72	1454	252	Jalan Tanjung Anom 1	KOLEKTOR	KABUPATEN	2100	2/2 UD	6	6	0	0	H	2900	0.87
122	1451	1454	Jalan Raya Djlopo	LOKAL	KABUPATEN	2000	2/2 UD	6	6	0	0	L	2900	0.87

FCw	FCsp	FCsf	FCcs	Kapasitas Jalan (C)	Volume (smp/Jam)	V/C Ratio	Waktu Perjalanan Per Arah		Waktu Perjalanan (Menit)	Kecepatan Per Arah		Kecepatan Rata-Rata (km/jam)	Rasio Kecepatan Per Arah	Kepadatan (smp - menit/Km)	kepadatan smp-jam/km	LHR MS	LHR MS	LOS
							Berangkat	Kembali		Berangkat	Kembali							
1	1	0.89	0.94	2426.14	2202	0.91	12.33	12.2	18.27	22.87	23.11	22.99	1.01	143.7	144	12643	12643	E
0.87	1	0.82	0.94	1944.73	1249	0.64	3.92	3.77	5.85	32.14	33.42	32.78	1.03	83	83	6366	6366	C
0.87	1	0.73	0.94	1731.28	1371	0.79	3.64	3.4	5.52	32.97	35.29	34.13	1.04	58.1	58	7188	7188	D

SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT



KARTU ASISTENSI

NAMA : MAHFUZH YAZID
 NOTAR : 19.02.203
 PROGRAM STUDI : D-III MTJ

DOSEN : 1. SUMANTRI W. PRAJA, M.Sc.
 : 2. ATALINE MULIASARI, MT.
 SEMESTER : 6
 TAHUN AJARAN : 2021 / 2022

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	13 JULI 2022	- Penyampaian ide KKW - Revisi Bab I - Revisi Bab II - Melanjutkan Bab III & IV		1.	4 JULI 2022	- Bab 1. - Penyampaian Konsep KKW - Pengarahan pengerjaan Bab 2. - Gambar kendaraan yang lewat (total)	
2.	22 JULI 2022	- Penyampaian Revisi Bab I - Penyampaian Revisi Bab II - Revisi Bab III - Revisi Bab IV - Melanjutkan bab V		2	11 JULI 2022	- Jarak toper dari mulut simpang - Jangan masukkan rumus yang tidak dipakai - Lanjutkan Bab III & BAB IV	
3	29 JULI 2022	- Selesaikan Bundarannya - Buat perbandingan tiap usulan - Tidak perlu invent, gambar diperjelas ukurannya		3	14 JULI 2022	- Tingkat pelayanan di simpang bersingkal - Perbaiki gambar gerakan membelok - Alinyemen bundaran - Pertemuan berlatanya sudah ada gambar bundaran.	
4	1 AGUSTUS 2022	- Buat overlay perencanaan bundaran & bangunan eksisting - Hitung kebutuhan ruang untuk bundaran.		4	29 JULI 2022	- Buat titik Apil pada gambar - Penomoran sub-bab - Benahi diagram fase - Bandingkan tiap usulan	
5.	1 AGUSTUS 2022	alle Sirep Orondurfer		5.	1 AGUSTUS 2022	- Benahi Tata Naskah Sesuai pedoman - Pada bab VI, benahi soron, ke Rekomendasi hasil analisa	