

**OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN
KECANDRAN**

KERTAS KERJA WAJIB



Diajukan Oleh :

CAESARIO NANDA BUANA

NOTAR : 19.02.074

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

OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

KERTAS KERJA WAJIB

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



Diajukan Oleh :

CAESARIO NANDA BUANA

NOTAR : 19.02.074

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

KERTAS KERJA WAJIB

OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

CAESARIO NANDA BUANA

Nomor Taruna : 19.02.074

Telah di Setujui Oleh :

PEMBIMBING I



SUDIRMAN ANGGADA, MT

Tanggal : 1 Agustus 2022

PEMBIMBING II



NYIMAS ARNITA APRILIA, M.Sc

Tanggal : 1 Agustus 2022

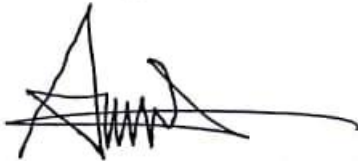
KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Diploma III
Oleh :

CAESARIO NANDA BUANA
Nomor Taruna: 19.02.074

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI PADA
TANGGAL 14 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing I



SUDIRMAN ANGGADA, MT
NIP. 19881005 201012 1 003

Tanggal : 14 Agustus 2022

Pembimbing II



NYIMAS ARNITA APRILIA, M.Sc
NIP. 19880411 201801 2 001

Tanggal : 14 Agustus 2022

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

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

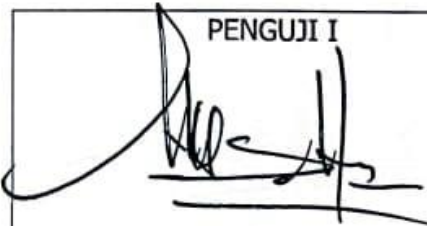
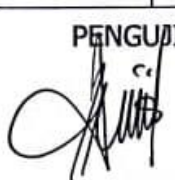
Program Studi Diploma III

Oleh :

CAESARIO NANDA BUANA

Nomor Taruna: 19.02.074

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI PADA
TANGGAL 9 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI

PENGUJI I  <u>Masrono Yugihartiman, M.Sc</u> NIP. 19610808 198703 1 002	PENGUJI II  <u>Sudirman Anggada, MT</u> NIP. 19881005 201012 1 003
PENGUJI III  <u>Nyimas Arnita Aprilia, M.Sc</u> NIP. 19880411 201801 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 : CAESARIO NANDA BUANA

NOTAR : 1902074

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

OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

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, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



CAESARIO NANDA BUANA

Notar 1902074

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : CAESARIO NANDA BUANA

NOTAR : 1902074

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

OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN

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, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



CAESARIO NANDA BUANA

Notar 1902074

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) yang berjudul **"OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN"** tepat pada waktunya.

Kertas Kerja Wajib ini diajukan dalam rangka penyelesaian program studi diploma III Manajemen Transportasi Jalan di Politeknik Transportasi Darat Indonesia–STTD, guna memperoleh sebutan Ahli Madya Manajemen Transportasi Jalan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, ATD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.
2. Bapak Rachmat Sadili, S.SiT, MT selaku Ketua Jurusan Diploma III Manajemen Transportasi Jalan.
3. Bapak Sudirman Anggada, MT dan Ibu Nyimas Arnita Aprilia, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis guna menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.
4. Kedua Orang Tua tercinta saya Bapak Gunawan Catur Nugroho dan Ibu Kristien Purwanti yang telah banyak memberikan doa, bimbingan dan motivasi serta bantuan baik moril maupun materil.
5. Rekan – rekan Taruna/Taruni Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD angkatan XLI dan Tim PKL Kota Salatiga 2022.
6. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Bekasi, 30 Juli 2022

Penulis

CAESARIO NANDA BUANA

NOTAR : 19.02.074

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II GAMBARAN UMUM	6
2.1 Kondisi Geografis	6
2.2 Wilayah Administratif	6
2.3 Kondisi Demografi.....	8
2.4 Kondisi Transportasi.....	8
2.5 Arah Pengembangan Transportasi.....	11
2.6 Kondisi Wilayah Kajian	11
BAB III KAJIAN PUSTAKA	15
3.1 Aspek Legalitas.....	15
3.2 Aspek Teoritis.....	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	29
4.1 Alur Pikir Penelitian.....	29
4.2 Bagan Alir Penelitian	30
4.3 Metode Pengumpulan Data	31
4.4 Metode Analisis.....	32
4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	37
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH.....	38
5.1 Analisis Kinerja Persimpangan pada Kondisi Eksisting.....	38

5.2	Analisis Kinerja Simpang Usulan 1	70
5.3	Analisis Kinerja Persimpangan Usulan 2	84
5.4	Analisis Kinerja Simpang Usulan 3	93
5.5	Perbandingan Usulan 1, Usulan 2, dan Usulan 3	97
BAB VI PENUTUP		102
6.1	Kesimpulan.....	102
6.2	Saran	103
DAFTAR PUSTAKA.....		104
LAMPIRAN		106

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Daerah Administrasi Kota Salatiga	8
Tabel V. 1 Geometrik Simpang Pulutan	38
Tabel V. 2 Penampang Melintang Pendekat Simpang Pulutan	40
Tabel V. 3 Nilai Arus Jenuh Dasar Simpang Pulutan	44
Tabel V. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang Pulutan	44
Tabel V. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kiri dan Belok kanan pada Simpang Pulutan	45
Tabel V. 6 Arus Jenuh Simpang Pulutan	46
Tabel V. 7 Waktu Siklus Simpang Pulutan	46
Tabel V. 8 Kapasitas Simpang Pulutan	47
Tabel V. 9 Derajat Kejenuhan Simpang Pulutan	48
Tabel V. 10 Panjang Antrian Kendaraan pada Simpang Pulutan	49
Tabel V. 11 Perhitungan Tundaan Rata-rata Lalu Lintas pada Simpang Pulutan	50
Tabel V. 12 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Pulutan	50
Tabel V. 13 Tundaan Rata-rata pada Simpang Pulutan	51
Tabel V. 14 Tabel Geometrik Simpang Kecandran	54
Tabel V. 15 Penampang Melintang Pendekat Simpang Kecandran	56
Tabel V. 16. Nilai Arus Jenuh Dasar Simpang Kecandran	60
Tabel V. 17. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang Kecandran	60
Tabel V. 18 Faktor Penyesuaian Belok Kiri dan Belok Simpang Kecandran	62
Tabel V. 19 Arus Jenuh Simpang Kecandran	62
Tabel V. 20 Waktu Siklus Simpang Kecandran	63
Tabel V. 21 Kapasitas Simpang Kecandran	64
Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Simpang Kecandran	64
Tabel V. 23 Panjang Antrian Kendaraan pada Simpang Kecandran	65
Tabel V. 24 Perhitungan Tundaan Rata–Rata Lalu Lintas pada Simpang Kecandran	66
Tabel V. 25 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Kecandran	67
Tabel V. 26 Rata-rata Tundaan pada Simpang Kecandran	68
Tabel V. 27 Waktu Hijau Usulan 1 Simpang Pulutan	71
Tabel V. 28 Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Pulutan	72

Tabel V. 29 Kapasitas Usulan 1 Simpang Pulutan.....	72
Tabel V. 30 Derajat Kejenuhan Usulan 1 pada Simpang Pulutan	73
Tabel V. 31 Panjang Antrian Kendaraan Usulan 1 Simpang Pulutan	74
Tabel V. 32 Perhitungan Tundaan Rata–Rata Lalu Lintas Usulan 1 pada Simpang Pulutan	74
Tabel V. 33 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Pulutan	75
Tabel V. 34 Rata-rata Tundaan pada Simpang Pulutan	75
Tabel V. 35 Waktu Hijau Usulan 1 Simpang Kecandran	78
Tabel V. 36 Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Kecandran	78
Tabel V. 37 Kapasitas Usulan 1 Simpang Kecandran	79
Tabel V. 38 Derajat Kejenuhan Usulan 1 pada Simpang Kecandran	80
Tabel V. 39 Panjang Antrian Kendaraan Usulan 1 Simpang Kecandran	81
Tabel V. 40 Perhitungan Tundaan Rata–Rata Lalu Lintas Usulan 1 pada Simpang Kecandran	81
Tabel V. 41 Perhitungan Tundaan Geometri Usulan 1 pada Simpang Kecandran	82
Tabel V. 42 Rata-rata Tundaan Usulan 1 pada Simpang Kecandran	82
Tabel V. 43 Waktu Siklus Multiplan Setelah Optimalisasi Simpang Pulutan	84
Tabel V. 44 Derajat Kejenuhan Usulan 2 Simpang Pulutan	85
Tabel V. 45 Panjang Antrian Setiap Jam Sibuk Usulan 2 Simpang Pulutan	87
Tabel V. 46 Tundaan Setiap Peak Hour Usulan 2 Simpang Pulutan	88
Tabel V. 47 Waktu Siklus Multiplan Setelah Optimalisasi Simpang Kecandran	89
Tabel V. 48 Derajat Kejenuhan Usulan 2 Simpang Kecandran	90
Tabel V. 49 Panjang Antrian Setiap Jam Sibuk Usulan 2 Simpang Kecandran.....	91
Tabel V. 50 Tundaan Setiap Peak Hour Usulan 2 Simpang Kecandran.....	92
Tabel V. 51 Waktu Siklus Simpang Pulutan dan Kecandran Setelah Optimalisasi.....	93
Tabel V. 52 Waktu Siklus Penyesuaian Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran	94
Tabel V. 53 Perbandingan Kinerja Usulan Simpang Pulutan dan Kecandran	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kota Salatiga	7
Gambar II. 2 Peta Jaringan Jalan Berdasarkan Status Kota Salatiga.....	10
Gambar II. 3 Foto Udara Tampak Atas Simpang Pulutan	12
Gambar II. 4 Eksisting Simpang Pulutan	12
Gambar II. 5 Foto Udara Tampak Atas Simpang Kecandran	13
Gambar II. 6 Eksisting Simpang Kecandran	14
Gambar III. 1 Grafik penentuan pengendalian persimpangan	24
Gambar III. 2 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Berpencar	25
Gambar III. 3 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menggabung	25
Gambar III. 4 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menyilang Berpotongan	25
Gambar III. 5 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menggabung lalu Berpencar	25
Gambar III. 6 Prinsip Koordinasi Sinyal dan Greenwave	28
Gambar IV. 1 Alur Pikir Penelitian	29
Gambar IV. 2 Diagram Bagan Alir Penelitian	30
Gambar V. 1 Layout Simpang Pulutan	39
Gambar V. 2 Pola Pergerakan Simpang Pulutan.....	42
Gambar V. 3 Diagram Fase APILL Simpang Pulutan Kondisi Eksisting.....	47
Gambar V. 4 NQMax Menggunakan POL	49
Gambar V. 5 Layout Simpang Pulutan	55
Gambar V. 6 Pola Pergerakan Simpang Kecandran	58
Gambar V. 7 Diagram Fase APILL Simpang Kecandran Eksisting.....	63
Gambar V. 8 NQMax Menggunakan POL	65
Gambar V. 9 Diagram Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Pulutan.....	72
Gambar V. 10 Diagram Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Kecandran.....	79
Gambar V. 11 Diagram Offset Koordinasi Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran : 1 SIG-IV Simpang Pulutan Eksisting	106
Lampiran : 2 SIG-IV Simpang Kecandran Eksisting	106
Lampiran : 3 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 1	107
Lampiran : 4 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 1	107
Lampiran : 5 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 <i>Peak Pagi</i>	108
Lampiran : 6 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 <i>Peak Pagi</i>	108
Lampiran : 7 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 <i>Peak Siang</i>	109
Lampiran : 8 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 <i>Peak Siang</i>	109
Lampiran : 9 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 <i>Peak Sore</i>	110
Lampiran : 10 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 <i>Peak Sore</i>	110
Lampiran : 11 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 3	111
Lampiran : 12 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 3	111

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah tentunya sangat diperlukan transportasi yang memadai. Pada kawasan perkotaan keberadaan simpang tidak dapat dihindari. Persimpangan merupakan titik dimana bertemunya arus lalu lintas dari beberapa arah dengan karakteristik yang berbeda pada setiap arusnya. Hal ini dapat menyebabkan kemacetan dan sangat memicu potensi kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu diperlukannya suatu pengendalian persimpangan.

Simpang yang dikaji dalam penelitian ini merupakan termasuk simpang cukup bermasalah di Kota Salatiga pada tahun 2022 yang meliputi Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran. Indikator yang dipakai dalam penilaian kinerja suatu persimpangan pada penelitian ini adalah tundaan rata-rata simpang.

Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran ini merupakan simpang bersinyal yang terletak pada Jalan Lingkar Salatiga yang merupakan jalan arteri dan statusnya adalah jalan nasional tentunya kedua simpang ini dilewati mulai dari kendaraan kecil hingga kendaraan besar. Selain itu kedua simpang ini merupakan penghubung antara zona internal dan zona eksternal.

Simpang Pulutan terhubung dengan ruas Jalan H. Ilyas pada lengan barat, ruas Jalan Dipomenggolo pada lengan timur, dan ruas Jalan Lingkar Salatiga pada lengan utara dan selatan. Simpang ini merupakan simpang dengan pengendalian APILL 4 fase dengan derajat kejenuhan sebesar 0,50, panjang antrian 23,33 meter, dan tundaan sebesar 41,75 detik/smp (LOS "E") untuk penilaian *level of service* berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.

Simpang Kecandran terhubung dengan ruas Jalan Imam Bonjol pada lengan barat dan lengan timur dan ruas Jalan Lingkar Salatiga pada lengan utara dan selatan. Simpang ini juga merupakan penghubung antara zona internal dengan eksternal yaitu Kecamatan Tuntang. Simpang ini banyak dilalui oleh kendaraan khususnya pada waktu sibuk pagi dan sore sehingga sering terjadi antrian pada keempat kakinya. Simpang ini merupakan simpang dengan pengendalian APILL 4 fase dengan derajat kejenuhan sebesar 0,64, panjang antrian 41,67 meter, dan tundaan sebesar 60,33 detik/smp (LOS "F") untuk penilaian *level of service* berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.

Dari penjabaran terhadap permasalahan tersebut, oleh sebab itu perlu adanya penelitian kepada kedua simpang demi mewujudkan kinerja simpang yang seoptimal mungkin dengan melakukan **"OPTIMALISASI SIMPANG APILL PULUTAN DAN KECANDRAN"** sebagai bentuk upaya untuk mengurangi permasalahan yang terdapat pada kedua simpang sehingga kedua simpang tersebut memiliki kinerja yang optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berlandaskan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, permasalahan yang diidentifikasi yakni:

1. Simpang Pulutan merupakan simpang bersinyal dengan derajat kejenuhan sebesar 0,50, panjang antrian rata-rata sebesar 23,33 meter, dan tundaan sebesar 41,75 detik/smp memiliki *level of service* "E" yang berarti buruk.
2. Simpang Kecandran merupakan simpang bersinyal dengan derajat kejenuhan sebesar 0,64, panjang antrian rata-rata sebesar 41,67 meter, dan tundaan sebesar 60,33 detik/smp memiliki *level of service* "F" yang berarti sangat buruk.
3. Dengan jarak yang berdekatan pada dua simpang tersebut sistem kendali belum terkoordinasi.

1.3 Rumusan Masalah

Berlandaskan pada identifikasi masalah, oleh sebab itu dapat ditarik suatu perumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana kinerja kondisi eksisting Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran?
2. Bagaimana rekomendasi pemecahan masalah dari penulis untuk Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran?
3. Bagaimana perbandingan kinerja Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran kondisi eksisting dan kondisi usulan?

1.4 Maksud dan Tujuan

Dapat diartikan maksud serta tujuan dari penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja lalu lintas khususnya pada Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran di Kota Salatiga. Dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada kemudian diterapkan beberapa alternatif usulan sehingga dapat ditentukan usulan yang dinilai baik dalam mengoptimalkan kinerja simpang.

Tujuan pada penulisan Kertas Kerja Wajib ini yakni:

1. Mengetahui kinerja kondisi eksisting Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran.
2. Membuat rekomendasi tentang kinerja Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran.
3. Mengetahui perbandingan kinerja Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran kondisi eksisting dan kondisi usulan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dilakukan agar pembahasan lebih jelas dan terarah untuk memudahkan dalam pengumpulan data, analisis data dan pengolahan data lebih lanjut. Adapun batasan-batasan yang digunakan antara lain:

1. Optimalisasi kinerja persimpangan hanya dilakukan pada Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran.
2. Perubahan pola pengaturan waktu siklus dan fase yang diteliti.
3. Data diperoleh dari hasil survei yang dilakukan pada hari kerja normal di lokasi penelitian pada kondisi lalu lintas pada masing masing jam sibuk.
4. Dilakukan kajian berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Kertas Kerja Wajib ini disusun dalam beberapa bab, adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Berisikan penguraian latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : Gambaran Umum

Berisikan tentang kondisi daerah studi secara umum, kondisi geografis, kondisi demografi, serta mengenai kondisi lalu lintas, serta kondisi wilayah kajian.

BAB III : Kajian Pustaka

Berisikan uraian dari penelitian dan posisi yang diperoleh. Pada hakikatnya, hasil penelitian seorang peneliti bukanlah satu penemuan baru yang berdiri sendiri, melainkan sesuatu yang berkaitan dengan hasil penelitian sebelumnya.

BAB IV : Metodologi Penelitian

Berisikan tentang metode yang digunakan dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib nilai dari pengumpulan data sampai dengan pengolahan data beserta bagan alir penelitian.

BAB V : Analisis dan Pemecahan Masalah

Tahapan ini merupakan tahapan pengolahan data dan analisis data disertai dengan upaya pemecahan masalah berdasarkan teori-teori yang relevan.

BAB VI : Penutup

Bagian terakhir berisikan kesimpulan dari uraian pada bab-bab sebelumnya dan mengemukakan usulan serta saran pemecahan masalah.

Daftar Pustaka

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Geografis

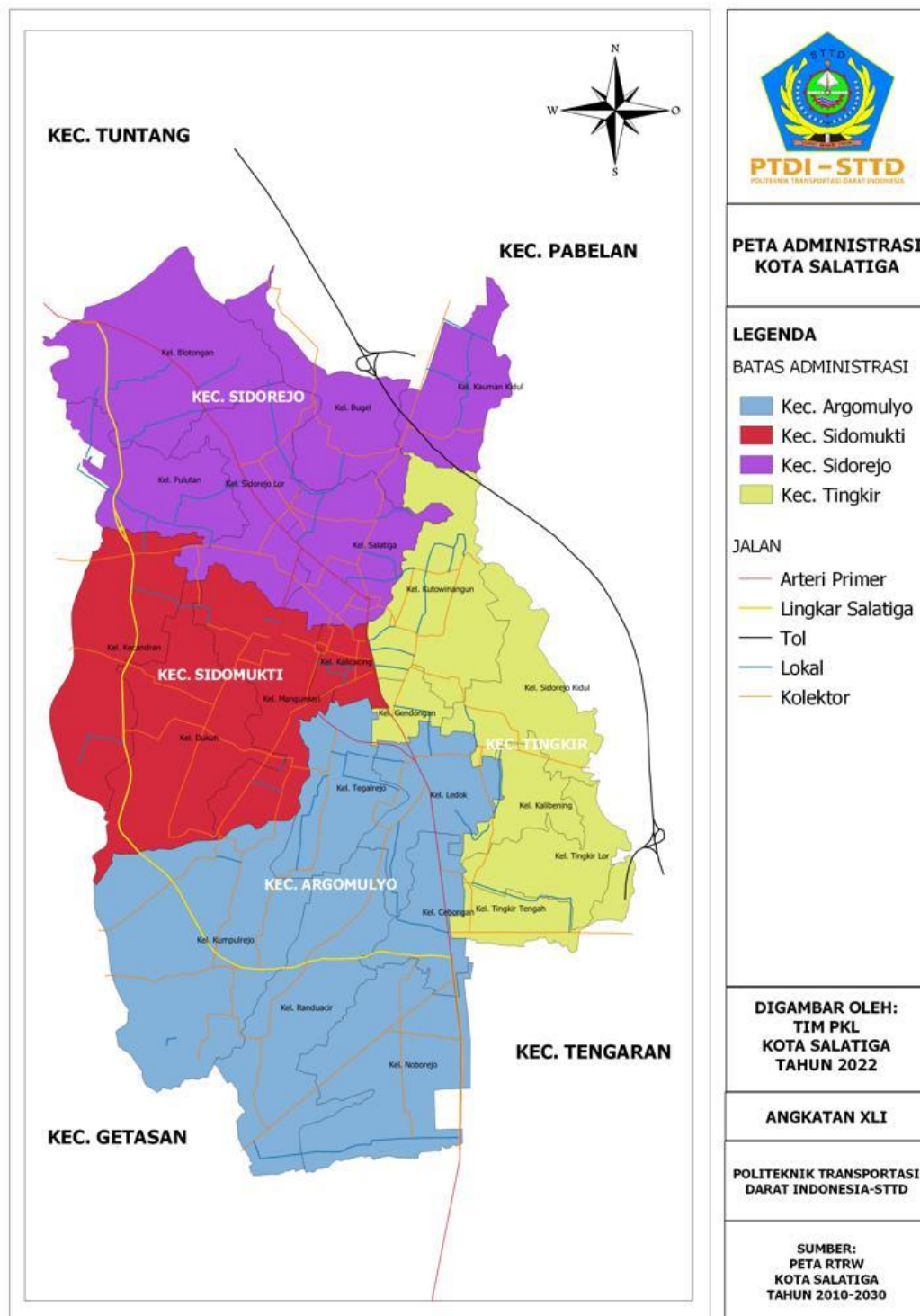
Kota Salatiga adalah salah satu kota kecil di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Kota ini memiliki luas wilayah 56,781 km². Kota Salatiga secara astronomis Kota Salatiga terletak antara 110°27'58,86" - 110°32'6,478" bujur timur dan 7°17'9,767" – 7°17'25,456" lintang selatan. Berlandaskan posisi geografisnya, batas wilayah Kota Salatiga antara lain:

1. Sebelah utara : Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tuntang, Kabupaten Semarang
2. Sebelah barat : Kecamatan Tuntang dan Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang
3. Sebelah selatan : Kecamatan Getasan dan Kecamatan Tenganan, Kabupaten Semarang
4. Sebelah timur : Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tenganan, Kabupaten Semarang

Kota Salatiga merupakan kota yang letaknya berada di jalur regional Jawa Tengah karena sebagai penghubung atau dilintasi jalur Semarang menuju Surakarta atau daerah lainnya. Selain itu kota ini juga memiliki hawa sejuk karena letaknya dikelilingi oleh gunung dan memiliki ketinggian 450 meter hingga 825 meter diatas permukaan laut.

2.2 Wilayah Administratif

Dalam daerah administrasi, kota Salatiga terdiri dari 4 Kecamatan, 23 Kelurahan, 207 RW, dan 1128 RT. Kecamatan terbesar adalah Kecamatan Argomulyo dengan area 18,14 km², sementara yang terkecil adalah Kecamatan Tingkir dengan area 10,43 km². Peta administrasi Kota Salatiga dapat dilihat pada Gambar II.1.



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga, 2022

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kota Salatiga

Tabel II. 1 Daerah Administrasi Kota Salatiga

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Persentase Luas Wilayah (%)	Jumlah Kelurahan	RT	RW
1	Argomulyo	18,14	32,99	6	58	277
2	Tingkir	10,43	18,97	7	49	302
3	Sidomukti	10,80	19,64	4	39	235
4	Sidorejo	15,61	28,39	6	61	314

Sumber : Salatiga Dalam Angka, 2021

Pada Kota Salatiga ini Kecamatan Argomulyo memiliki wilayah terluas dengan 18,14 km², sedangkan untuk Kecamatan Tingkir memiliki wilayah yang paling kecil diantara lainnya yaitu 10,43 km².

2.3 Kondisi Demografi

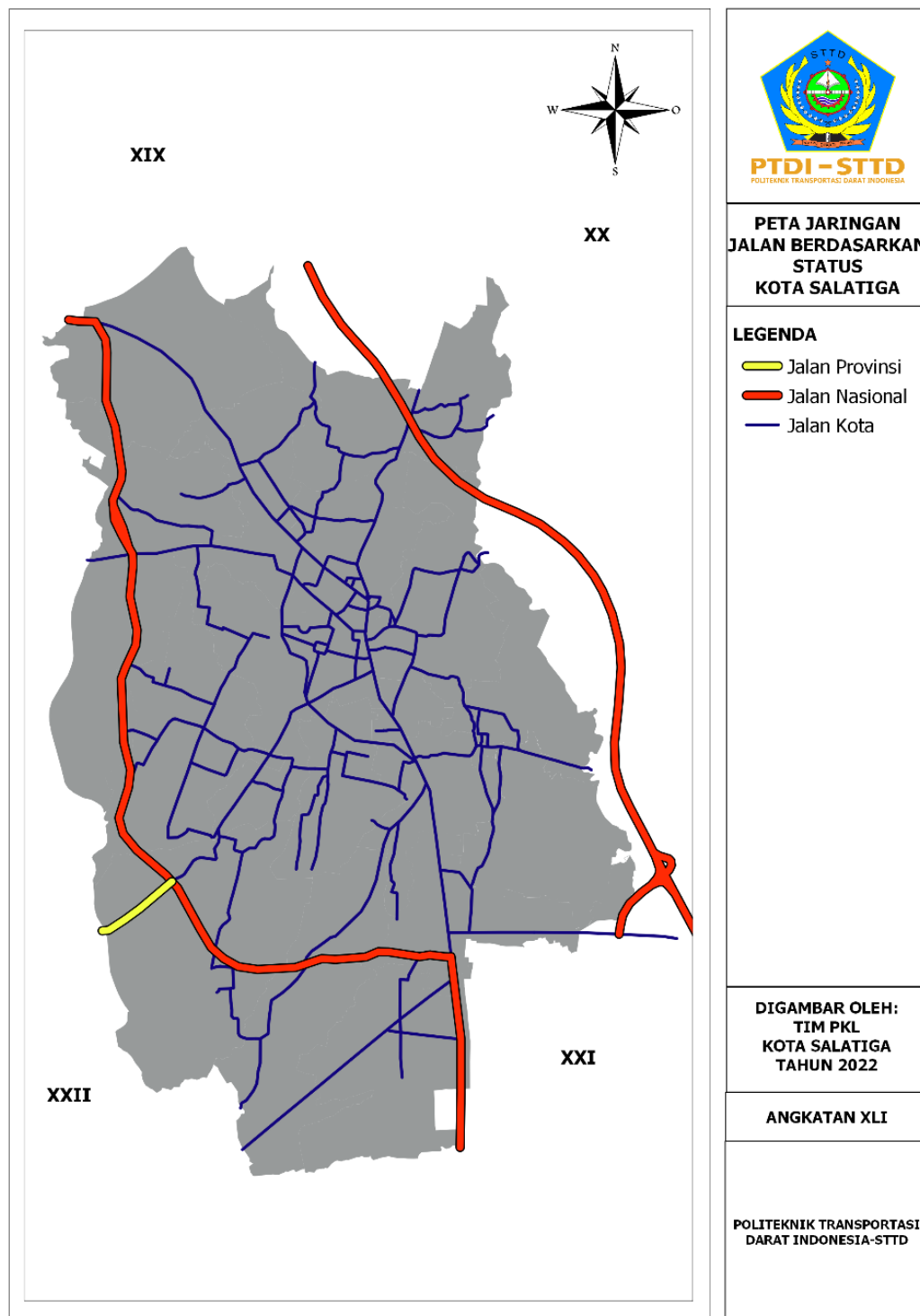
Sesuai data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Salatiga, Kota Salatiga berpenduduk 196.440 jiwa dimana penduduk sebesar 0,63 persen dan rasio jenis kelamin sebesar 97,63, dengan 95.601 laki-laki dan 97.924 perempuan. Dilihat dari kepadatan penduduknya, pada tahun 2021 kepadatan penduduk Kota Salatiga mencapai 3.378 orang/Km².

Kecamatan yang mempunyai jumlah penduduk terbesar yaitu Kecamatan Sidorejo yang dihuni 54.284 jiwa. Sementara itu, kecamatan yang mempunyai jumlah penduduk terkecil yaitu Kecamatan Tingkir dengan 46.838 jiwa. Penduduk terpadat terdapat di Kecamatan Tingkir dengan kepadatan 4.440 orang/km², sedangkan penduduk paling jarang berada di Kecamatan Argomulyo dengan kepadatan hanya 2.713 orang/km².

2.4 Kondisi Transportasi

Kota Salatiga merupakan Kota yang berada di Wilayah Jawa Tengah, dimana Kota Salatiga merupakan jalur perlintasan antar kota dari Kota Semarang menuju Kota Solo. Ruas jalan yang ada di Kota Salatiga berdasarkan status terdiri dari jalan Nasional dengan panjang 12,03 km,

jalan Provinsi dengan panjang 25,91 km dan jalan Kota dengan panjang 76,93 km. Ruas jalan di Kota Salatiga pada umumnya memiliki tipe perkerasan berupa aspal. Berikut ini merupakan peta jaringan jalan berdasarkan status Kota Salatiga pada Gambar II.2.



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga, 2022

Gambar II. 2 Peta Jaringan Jalan Berdasarkan Status Kota Salatiga

Sistem arus lalu lintas di Kota Salatiga didominasi oleh sistem 2 (dua) arah, namun terdapat beberapa jalan dengan sistem 1 (satu) arah yaitu pada ruas Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Pemotongan, Jalan Sukowati, Jalan Langensuko, dan terdapat beberapa jalan lainnya.

2.5 Arah Pengembangan Transportasi

Pada Kota Salatiga penyusunan arah pengembangan jaringan transportasi untuk masa mendatang menggunakan beberapa prinsip dasar yaitu, hirarkis, geografis, ekonomis dan mendukung pengembangan wilayah. Pengembangan transportasi Kota Salatiga selain untuk memenuhi kebutuhan dan perkembangan transportasi Kota Salatiga juga mendukung pengembangan transportasi dalam skala yang lebih luas dan menjadi bagian dari Provinsi Jawa Tengah maupun Negara Kesatuan Republik Indonesia. Pelayanan transportasi antar moda harus mampu memberikan pelayanan yang berkesinambungan (*seamless services*), tepat waktu (*just in time service*) dan dapat memberikan pelayanan dari pintu ke pintu (*door to door service*).

2.6 Kondisi Wilayah Kajian

Dalam penelitian ini, terdapat dua lokasi yang menjadi wilayah penelitian, yaitu:

1. Simpang Pulutan

Simpang pertama yang dikaji adalah Simpang Pulutan yang merupakan simpang dengan 4 kaki pendekat. Pada kaki pendekat Utara dan Selatan adalah Jalan Lingkar Salatiga dimana arah dari Kota Semarang ataupun Kabupaten Semarang untuk menuju Kota Surakarta dan sekitarnya begitupun sebaliknya. Kemudian untuk pendekat Timur dan Barat merupakan Jalan Dipomenggolo dan Jalan H. Ilyas. Berikut ini merupakan peta wilayah studi simpang Pulutan yang dapat dilihat pada Gambar II.3 dan gambar eksisting Simpang Pulutan pada Gambar II.4.



Sumber : Google Earth, 2022

Gambar II. 3 Foto Udara Tampak Atas Simpang Pulutan



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar II. 4 Eksisting Simpang Pulutan

Simpang Pulutan merupakan simpang yang dimana semua kaki simpangnya merupakan arus dua arah dan memiliki 4 fase. Tata guna lahan di sekitar simpang adalah pertokoan dan lahan hijau.

2. Simpang Kecandran

Simpang kedua yang dikaji adalah Simpang Kecandran yang merupakan simpang dengan 4 kaki pendekat. Pada kaki pendekat Utara dan Selatan adalah Jalan Lingkar Salatiga dimana arah dari Kota Semarang ataupun Kabupaten Semarang untuk menuju Kota Surakarta dan sekitarnya begitupun sebaliknya. Kemudian untuk pendekat Timur dan Barat merupakan Jalan Imam Bonjol yang merupakan penghubung menuju arah masuk Kota dan merupakan penghubung zona internal dan eksternal ataupun sebaliknya. Berikut ini merupakan peta wilayah studi Simpang Kecandran yang dapat dilihat pada Gambar II.5 dan gambar eksisting Simpang Kecandran pada Gambar II.6.



Sumber : Google Earth, 2022

Gambar II. 5 Foto Udara Tampak Atas Simpang Kecandran



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar II. 6 Eksisting Simpang Kecandran

Simpang Kecandran merupakan simpang yang dimana semua kaki simpangnya merupakan arus dua arah dan memiliki 4 fase. Tata guna lahan di sekitar simpang adalah komersial.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Aspek Legalitas

1. Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan angkutan Jalan menyebutkan bahwa "Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas Lalu Lintas, Angkutan Jalan, Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Prasarana Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Kendaraan, Pengemudi, Pengguna Jalan, serta pengelolaannya". Lalu lintas dan angkutan jalan diselenggarakan dengan tujuan:

- a. terwujudnya pelayanan angkutan dan lalu lintas jalan yang aman, tertib, lancar dan terpadu serta moda transportasi lainnya untuk mendorong perekonomian, memajukan kesejahteraan umum, mempererat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu mempertahankan martabat bangsa
- b. terwujudnya etika berlalu lintas dan budaya bangsa; dan
- c. terwujudnya hukum dan perlindungan hukum bagi masyarakat.

2. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 menyebutkan 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 Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Pasal 1 Ayat (1) disebutkan "Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah kumpulan usaha dan kegiatan yang terdiri dari perencanaan, pengadaan, pemasangan,

pengaturan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan untuk keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas”.

Terdapat juga aturan tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas serta pelaksanaannya pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, sebagai berikut :

Pasal 93

- a. Manajemen dan rekayasa lalu lintas bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan pergerakan lalu lintas untuk menjamin keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.
- b. Rekayasa dan manajemen lalu lintas dilakukan dengan :
 - 1) Mengutamakan angkutan umum dengan menyediakan jalur atau lajur atau jalan khusus
 - 2) Mengutamakan keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki
 - 3) Menyediakan fasilitas bagi penyandang cacat
 - 4) Pemisahan lalu lintas Mengisolasi lalu lintas bergerak berdasarkan penggunaan lahan, mobilitas dan aksesibilitas
 - 5) Integrasi berbagai moda transportasi
 - 6) Kontrol lalu lintas di persimpangan
 - 7) Kontrol lalu lintas jalan; dan/atau
 - 8) Perlindungan lingkungan
- c. Rekayasa dan manajemen lalu lintas meliputi kegiatan sebagai berikut :
 - 1) perencanaan
 - 2) Regulasi
 - 3) Rekayasa
 - 4) Pemberdayaan
 - 5) Pengawasan

Pasal 94

- a. Kegiatan perencanaan meliputi :
 - 1) Identifikasi masalah lalu lintas;
 - 2) Inventarisasi dan analisis kondisi arus lalu lintas;

- 3) Inventarisasi dan analisis kebutuhan personel dan angkutan barang;
 - 4) Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau kapasitas jalan;
 - 5) Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau kapasitas kendaraan;
 - 6) Inventarisasi dan analisis pelanggaran dan kecelakaan lalu lintas;
 - 7) Inventarisasi dan analisis dampak lalu lintas;
 - 8) Penetapan tingkat pelayanan; dan
 - 9) Penetapan dan pengaturan penggunaan jaringan jalan dan lalu lintas Rencana kebijakan mobilitas.
- b. Kegiatan pengaturan meliputi:
- 1) Menetapkan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan arus lalu lintas pada jaringan jalan tertentu;
 - 2) Memberikan informasi kepada publik selama proses implementasi
 - 3) Kebijakan yang telah dirumuskan.
- c. Kegiatan perekayasa meliputi:
- 1) Perbaikan geometrik ruas jalan dan/atau simpang serta perlengkapan jalan yang tidak berhubungan langsung dengan pengguna jalan;
 - 2) Pembelian, pemasangan, perbaikan dan pemeliharaan peralatan jalan yang berhubungan langsung dengan pengguna jalan; dan
 - 3) Optimalisasi Lalu Lintas Rekayasa operasi untuk meningkatkan ketertiban, kelancaran dan efektivitas penegakan hukum.
- d. Kegiatan pemberdayaan meliputi pemberian:
- 1) Arahan;
 - 2) Bimbingan;
 - 3) Penyuluhan;
 - 4) Pelatihan; dan
 - 5) Bantuan teknis.
- e. Kegiatan pengawasan meliputi:

- 1) Penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan;
- 2) Tindakan korektif terhadap kebijakan; dan
- 3) Tindakan penegakan hukum.

3. Persimpangan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana Jalan dan Lalu Lintas Jalan Pasal 1 menyebutkan bahwa "Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang".

Dari Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas menyebutkan bahwa:

a. Tingkat pelayanan pada persimpangan

- 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.

b. Penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan

Tingkat pelayanan yang diinginkan ruas jalan pada sistem jaringan jalan sekunder sesuai fungsinya meliputi:

- 1) Jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C;
- 2) Jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C;
- 3) Jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D;

4) Jalan lingkungan, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D.

4. Pengendalian Persimpangan

Pada ketentuan umum Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat (19) disebutkan bahwa "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".

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 112 Ayat (3), "Pada persimpangan jalan yang dilengkapi alat pemberi isyarat lalu lintas, pengemudi kendaraan dilarang langsung berbelik kiri, kecuali ditentukan lain oleh rambu lalu lintas atau alat pemberi isyarat lalu lintas". Kemudian Pasal 113 disebutkan bahwa, "Jika persimpangan dilengkapi dengan alat pengendali lalu lintas yang berbentuk bundaran, pengemudi harus memberikan hak utama kepada kendaraan lain yang datang dari arah kanan".

Pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas tersebut diatur dimana hal-hal yang diatur didalamnya adalah sebagai berikut:

1. Alat pemberi isyarat lalu lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan.
2. Alat pemberi isyarat lalu lintas terdiri dari:
 - a. Lampu tiga warna,
 - b. Lampu dua warna,
 - c. Lampu satu warna,
3. Lampu tiga warna terdiri dari lampu berwarna merah, kuning, dan hijau
4. Lampu berwarna merah, menyatakan kendaraan harus berhenti dan tidak boleh melewati marka melintang yang berfungsi sebagai garis henti.

5. Lampu berwarna kuning, untuk memberikan peringatan bagi pengemudi
 - a. Lampu berwarna kuning yang menyala sesudah lampu berwarna hijau padam, menyatakan lampu berwarna merah akan segera menyala, Kendaraan bersiap untuk berhenti
 - b. lampu berwarna kuning yang menyala bersama dengan lampu berwarna merah, menyatakan lampu berwarna hijau akan segera menyala, Kendaraan bersiap untuk bergerak.
6. Lampu berwarna hijau, menyatakan kendaraan berjalan.
7. Pengaturan waktu siklus Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas terdiri atas:
 - a. waktu siklus terkoordinasi
 - b. waktu siklus tidak terkoordinasi.

Penyelenggaraan alat pemberi isyarat lalu lintas

1. Penyelenggaraan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas meliputi kegiatan:
 - a. penempatan dan pemasangan
 - b. pemeliharaan
 - c. penghapusan
2. Penyelenggaraan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam dilakukan oleh:
 - a. Direktorat Jenderal, untuk jalan nasional
 - b. gubernur, untuk jalan provinsi
 - c. walikota, untuk jalan kota
 - d. bupati, untuk jalan kabupaten dan jalan desa

Tata cara penempatan dan susunan Alat Pemberi Isyarat lalu Lintas

1. Penempatan dan pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas harus memperhatikan:
 - a. desain geometrik jalan
 - b. kondisi tata guna lahan
 - c. situasi arus lalu lintas
 - d. jaringan lalu lintas dan angkutan jalan

- e. kelengkapan bagian konstruksi jalan
 - f. kondisi struktur tanah
 - g. konstruksi yang tidak berkaitan dengan Pengguna Jalan
2. Penempatan dan pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas harus pada ruang manfaat jalan.
 3. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dengan lampu tiga warna dipasang pada:
 - a. persimpangan
 - b. ruas jalan

Tata Cara Pemeliharaan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas:

1. Pemeliharaan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dilakukan secara:
 - a. Berkala
 - b. insidental
2. Pemeliharaan berkala dilakukan paling sedikit setiap 6 (enam) bulan.
3. Pemeliharaan berkala sebagaimana dilakukan dengan mempertimbangkan aspek:
 - a. umur teknis masing-masing komponen
 - b. perkembangan teknologi dan inovasi bidang transportasi dan telematika
 - c. rencana pengaturan lalu lintas
4. Pemeliharaan berkala sebagaimana meliputi:
 - a. menghilangkan benda di sekitar armatur yang dapat menghalangi dan/atau mengurangi intensitas pencahayaan
 - b. membersihkan komponen optis dari debu dan/ atau kotoran
 - c. menghilangkan tanda-tanda korosi pada Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
 - d. pengecatan tiang penyangga untuk melindungi dari korosi
5. Pemeliharaan insidental meliputi:
 - a. penggantian komponen baru Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas yang mengalami kerusakan mendadak
 - b. penyesuaian waktu siklus dengan situasi arus lalu lintas aktual

- c. penyesuaian letak komponen utama dan tambahan yang bergeser dari posisi awal pemasangan.

Berdasarkan Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat Tahun 1991 tentang Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat.

Dasar pendekatan dari perencanaan system terkoordinasi pengaturan lalu lintas sepanjang suatu jalan srteri adalah bahwa kendaraan yang lewat jalan tersebut akan melaju dalam bentuk iring-iringan dari satu simpang ke simpang berikutnya.

Berdasarkan kecepatan gerak iring-iringnya tersebut, interval lampu dan lama lampu hijau menyala di satu simpang dan di simpang berikutnya dapat ditentukan sehingga iring-iringan tersebut dapat melaju terus tanpa hambatan sepanjang jalan yang lampu pengaturan lalu lintasnya terkoordinasikan.

1. Untuk menkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus terpenuhi, yaitu
2. Semua sinyal harus mempunyai Panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama;
3. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk rigid;
4. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu

Selain itu, fungsi system koordinasi sinyal adalah untuk mengikuti volume lalu lintas maksimum untuk melewati simpang tanpa berhenti dengan mulai waktu hijau (*green periode*) pada simpang berikutnya mengikuti kedatangan kelompok (*platoon*).

3.2 Aspek Teoritis

1. Persimpangan

Menurut Abubakar, dkk., (1995), Persimpangan didefinisikan sebagai simpul dalam jaringan jalan di mana jalan berpotongan dan rute kendaraan berpotongan, lalu lintas pada setiap kaki persimpangan dan

semua lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan faktor terpenting dalam menentukan kapasitas dan waktu tempuh jaringan jalan, terutama di daerah perkotaan.

Menurut Jotin Khisty dan B. Kent (2005) menjelaskan persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisah dari sistem jaringan jalan. Persimpangan jalan didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua atau lebih jalan bergabung atau berpotongan termasuk jalan dan fasilitas jalan untuk pergerakan lalu lintas. Persimpangan jalan merupakan bagian penting jalan dimana terdapat ruas jalan yang bertemu arus lalu lintas berpotongan menggunakan ruas jalan bersamaan (Muvidah Asa, 2019)

2. Pengendalian Simpang

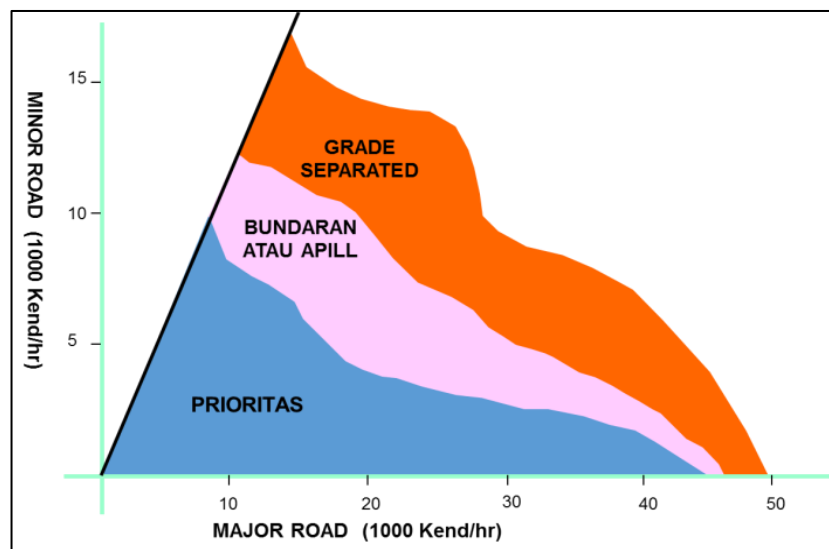
Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

- a. Simpang tak bersinyal (*unsignalized intersection*), artinya, persimpangan yang tidak menggunakan lampu lalu lintas. Di persimpangan ini, pengguna jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati persimpangan atau harus berhenti sebelum melintasi persimpangan.
- b. Simpang bersinyal (*signalized intersection*), artinya, pengguna jalan dapat melewati simpang tersebut sesuai dengan pengoperasian lampu lalu lintas. Oleh karena itu, pengguna jalan hanya bisa lewat saat lampu lalu lintas di persimpangan itu berwarna hijau. APILL (Alat Persinyalan Lalu Lintas) digunakan untuk menjaga kapasitas lalu lintas simpang pada jam sibuk dan mengurangi kecelakaan akibat tabrakan antar pengguna jalan yang berlawanan arah. Untuk memenuhi persyaratan keselamatan, lampu sinyal harus dilengkapi dengan:
 - 1) Lampu hijau (g) berfungsi sebagai tanda yang memungkinkan kendaraan melewati persimpangan.
 - 2) Lampu kuning (amber) mengingatkan arus yang sedang bergerak bahwa fase telah berakhir.

- 3) Lampu merah (all red) Waktu sinyal lampu merah Lampu merah menyala, kendaraan dilarang berjalan di simpang APILL.

Pengaturan simpang APILL dilakukan dalam usaha pengurangan titik konflik secara mekanis, yaitu dengan pembagian arus pergerakan secara bergantian pada pendekatnya. Pengaturan simpang APILL dilakukan dalam usaha pengurangan titik konflik secara mekanis, yaitu dengan pembagian arus pergerakan secara bergantian pada pendekatnya. Dengan pembagian pergerakan ini mengurangi titik konflik dan meminimalisir kecelakaan (Amin Widodo, dkk, 2018).

Sistem pengendalian simpang dapat menggunakan pedoman pada gambar untuk menentukan pengendalian simpang yang digunakan sesuai dengan volume lalu lintas setiap ruas simpang. Metode pengendalian persimpangan diperlukan agar kendaraan yang melakukan pergerakan tidak saling bertabrakan. Gambar alih arus gerak kendaraan dapat dilihat pada Gambar III.1.



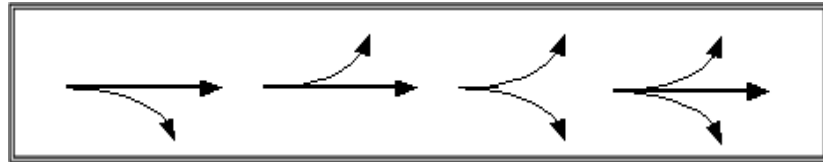
Sumber: Austrian Road Research Board (ARRB), 1960

Gambar III. 1 Grafik penentuan pengendalian persimpangan

3. Titik Konflik

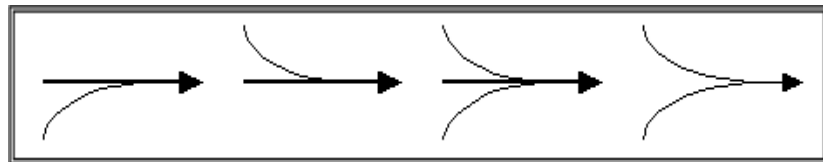
Persimpangan juga diartikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung (AASHTO, 2001).

1) Berpencar (*diverging*)



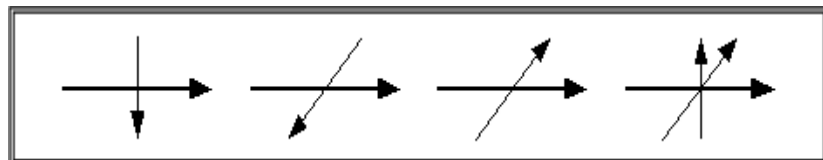
Gambar III. 2 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Berpencar

2) Menggabung (*merging*)



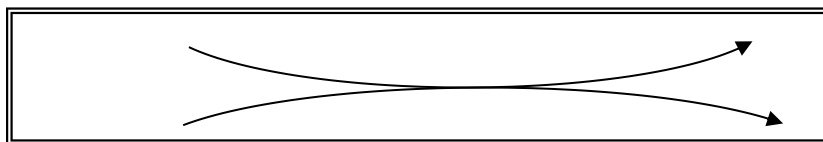
Gambar III. 3 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menggabung

3) Menyilang/berpotongan (*crossing*)



Gambar III. 4 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menyilang Berpotongan

4) *Menggabung lalu berpencar* (weaving)



Gambar III. 5 Alih Gerak Kendaraan pada Simpang Menggabung lalu Berpencar

Dari keempat alih gerak tersebut, alih gerak yang berpotongan adalah lebih berbahaya dari pada alih gerak yang

lain. Hal ini karena pada alih gerak yang berpotongan terjadi konflik. Adapun jumlah konflik pada suatu persimpangan adalah tergantung pada:

- 1) Jumlah kaki persimpangan
- 2) Jumlah arah pergerakan
- 3) Jumlah lajur dari setiap kaki persimpangan
- 4) Sistem pengendalian persimpangan

4. Koordinasi Persimpangan

Ada beberapa pendapat tentang kriteria yang digunakan untuk menentukan bahwa dua simpang bersebelahan perlu dikoordinasikan atau tidak, yaitu:

- a. Berdasarkan panjang ruas (Kriteria yang berdasarkan panjang ruas yaitu apa bila jarak antara dua simpang kurang dari 800 meter, maka lampu lalu lintas yang dipasang sebaiknya dikordinasikan Mc. Shane dan Roess, 1990).
- b. Berdasarkan nilai couple index yaitu perbandingan besar arus dengan panjang ruas (Kriteria yang berdasarkan nilai couple index yaitu apabila nilai $I \geq 0,5$ maka kedua simpang bersinyal tersebut perlu dikoordinasikan).

Pendapat lain McShane dan Roess, 1990, untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu:

- a. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal tidak akan efektif lagi.
- b. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus cycle time yang sama.

- c. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama arteri, kolektor dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk grid.
- d. Terdapat sekelompok kendaraan platoon sebagai akibat lampu lalu-lintas di bagian hulu.

Secara umum, system koordinasi sinyal pada persimpangan dibagi menjadi 3 tahap, antara lain:

a. Sistem Optimalisasi Isolasi

System optimalisasi persimpangan adalah system dimana dilakukan perbaikan atau evaluasi simpang hasil Analisa eksisting agar simpang berfungsi optimal.

b. System Koordinasi Isolasi (Jaringan)

Merupakan system dimana koordinasi sinyal dilakukan setelah optimalisasi isolasi dilakukan. System ini berjalan ketika koordinasi sudah berbentuk jaringan, bukan dalam bentuk tiap simpang.

c. System Koordinasi *Greenwave*.

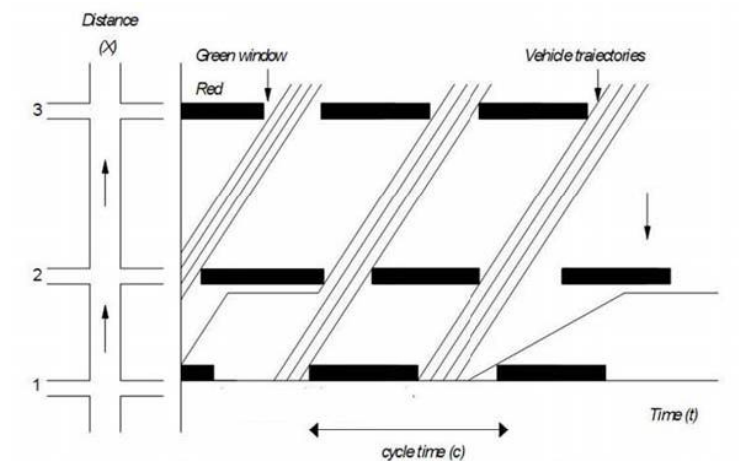
System ini merupakan lanjutan dari system koordinasi jaringan yang memiliki konsep semua indikasi warna pada suatu koridor jalan menyala pada saat yang sama, dan memiliki siklus yang sama sepanjang koridor jalan.

Pola pengaturan waktu yang sering dilakukan untuk koordinasi simpang adalah sebagai berikut:

- a. Pola pengaturan waktu tetap (*Fixed Time Control*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah. Pola pengaturan tersebut merupakan pola pengaturan yang paling cocok untuk kondisi jalan atau jaringan jalan yang terkoordinasikan.
- b. Pola pengaturan waktu berubah berdasarkan kondisi lalu lintas (*Vehicle Responsive System*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan tidak hanya satu namun diubah-ubah sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Biasanya ada tiga pola yang diterapkan

secara umum berdasar kondisi lalu lintas sibuk pagi, sibuk sore, dan antara kedua periode tersebut.

- c. Pola pengaturan waktu berubah sesuai kondisi lalu lintas (*Traffic Responsive System*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan dapat berubah setiap waktu sesuai perkiraan kondisi lalu lintas yang ada saat waktu itu. Pola-pola tersebut ditetapkan berdasar perkiraan kedatangan kendaraan yang dilakukan beberapa saat sebelum penerapannya. Penerapan system ini perlu peralatan lengkap.
- d. Menurut (Taylor dkk, 1996) koordinasi simpang merupakan salah satu jalan mengurangi tundaan dan antrian.



Sumber : Taylor dkk, 1996, *Understanding Traffic System*

Gambar III. 6 Prinsip Koordinasi Sinyal dan Greenwave

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir penelitian merupakan tahapan kegiatan yang dilakukan dalam melakukan analisa dari tahap awal hingga tahap akhir penelitian yaitu bagian keluaran usulan dan kesimpulan. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan analisa penelitian.

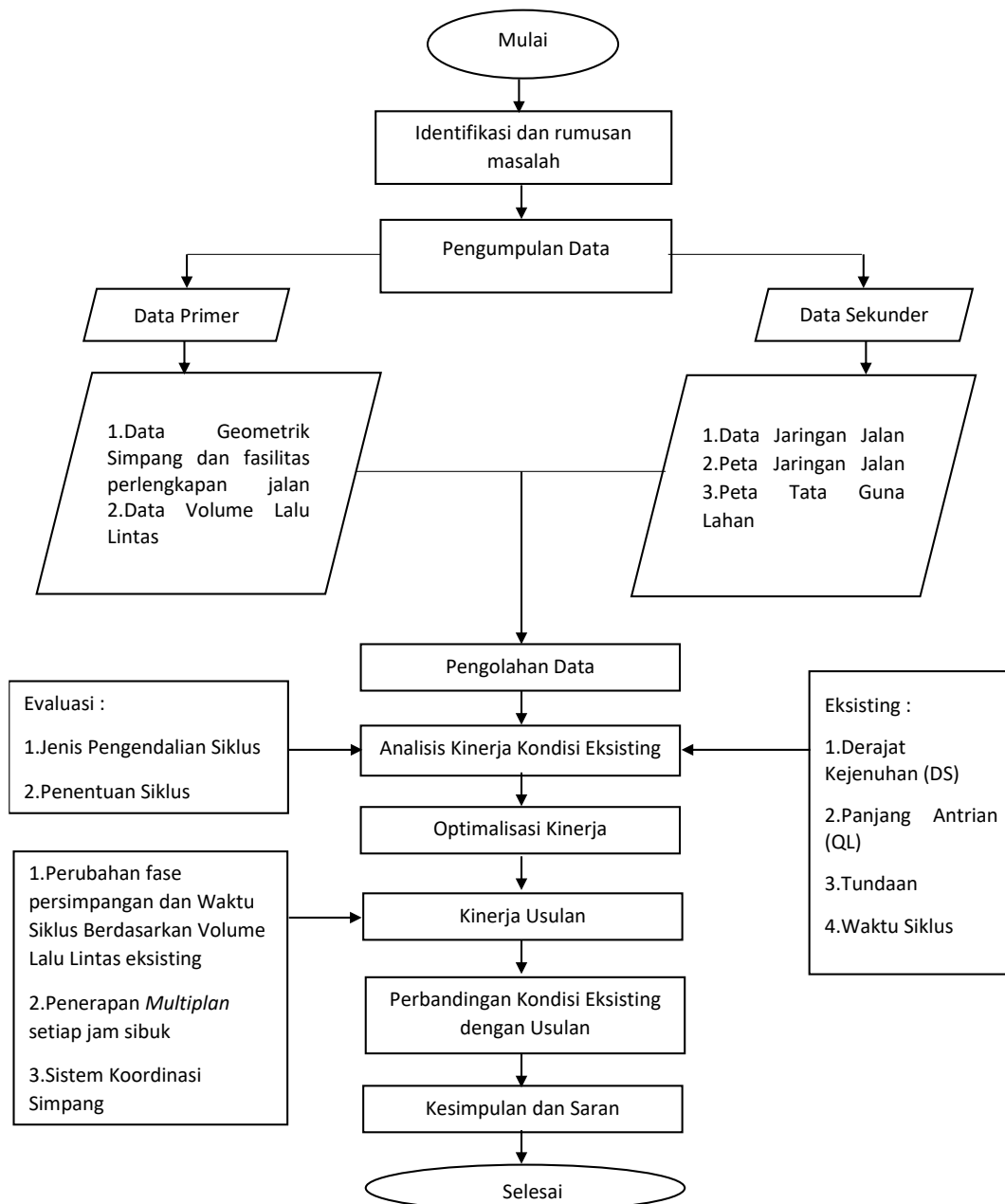


Sumber : Hasil Analisis

Gambar IV. 1 Alur Pikir Penelitian

4.2 Bagan Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram bagan alir penelitian dalam optimalisasi simpang didalam penelitian ini. Dalam pelaksanaan penelitian ini mengacu pada Gambar IV.2 sebagai berikut:



Sumber : Hasil Analisis

Gambar IV. 2 Diagram Bagan Alir Penelitian

4.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan pengumpulan informasi yang akan diperlukan secara lengkap mengenai kondisi wilayah studi yang digunakan untuk penelitian penelitian serta analisis untuk mendapatkan suatu usulan atau rekomendasi. Berikut ini merupakan beberapa cara untuk pengumpulan data.

1. Pengumpulan Data Sekunder

Dalam pengumpulan data sekunder ini, data yang akan didapatkan dari instansi sebagai berikut :

- a. Dinas Pekerjaan Umum Kota Salatiga untuk mendapatkan data jaringan jalan dan peta jaringan jalan.
- b. Badan Perencanaan Daerah Kota Salatiga untuk mendapatkan peta tata guna lahan.

2. Pengumpulan Data Primer

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

a. Survei Inventarisasi dan Geometrik Simpang

Survei inventarisasi persimpangan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi persimpangan eksisting yaitu kondisi fisik persimpangan yang meliputi tipe persimpangan, median, bahu jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), rambu, dan marka jalan serta perlengkapan persimpangan lainnya. Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu :

- 1) *Walking Measure*;
- 2) Rol Meter;
- 3) *Clip Board*;
- 4) Formulir;
- 5) Alat Tulis.

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.

b. Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi

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. Peralatan yang dibutuhkan dalam survei ini adalah :

- 1) *Counter*;
- 2) *Clip Board*;
- 3) Formulir;
- 4) Alat Tulis.

Tujuan pelaksanaan survei gerakan membelok adalah untuk menganalisa sistem pengendalian persimpangan, mendesain geometrik persimpangan dan kapasitas dengan referensi khusus terhadap lalu lintas yang belok kanan dan studi-studi hambatan. Target data dari pelaksanaan survei ini yaitu, prosentase jumlah kendaraan yang melakukan gerakan membelok di persimpangan, kapasitas persimpangan, dan waktu siklus.

4.4 Metode Analisis

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal

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

a. Analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting

Kinerja simpang diukur dari beberapa aspek seperti derajat kejenuhan, Panjang antrian, tundaan, dan segi pengguna jalan yaitu biaya tundaan serta konsumsi bahan bakar. Pada tahap ini dilakukan perhitungan kinerja eksisting yang meliputi :

1) Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang dihitung pada masing-masing pendekat. Untuk menghitung kapasitas simpang menggunakan rumus

$$C = S \times \frac{G}{c}$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

S = Arus Jenuh

G = Waktu Hijau

c = Waktu Siklus

2) Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Derajat kejenuhan simpang dihitung masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus

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

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas simpang (smp/jam)

3) Antrian

Antrian adalah jumlah kendaraan yang mengantri pada pendekat. Antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ_1)

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

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

DS = derajat kejenuhan

Antrian smp yang datang fase merah (NQ_2)

Jumlah antrian kendaraan satuan mobil penumpang yang datang selama fase merah dihitung dengan

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

Q = volume lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

GR = Rasio Hijau

Jadi untuk antrian total (NQ) dapat dihitung dengan rumus

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

NQ = jumlah rata-rata antrian smppada awal sinyal hijau

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

4) Tundaan

Tundaan lalu lintas pada masing-masing kaki simpang dihitung dengan rumus:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad A = \frac{0.5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR) \times DS}$$

DT = Tundaan Lalu Lintas

c = Waktu Siklus Disesuaikan

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

GR = Rasio Hijau

Ds = Derajat Kejenuhan

Tundaan geometrik pada masing-masing kaki simpang dihitung dengan rumus:

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

DG = Tundaan Geometrik

NS = Rasio Kendaraan

pRT= Presentase Belok Kanan

Tundaan tiap kaki simpang dihitung dengan rumus:

$$D = DT + DG$$

2. Analisis Kondisi Usulan

Analisis kondisi usulan ini dilakukan dengan cara mencari kinerja persimpangan dari kondisi eksisting yang kemudian dilakukan pengoptimalisasi yaitu meningkatkan kinerja dari kinerja persimpangan yang dirasa sudah tidak optimal untuk dioptimalkan kembali dengan cara memberikan usulan-usulan yang tepat, efisien, dan efektif. Usulan-usulan yang diberikan antara lain:

a. Menghitung waktu siklus dan perubahan fase sesuai dengan volume lalu lintas pada saat ini

1) Waktu Siklus Pra Penyesuaian

Sebelum mencari waktu hijau perlu melakukan pencarian waktu siklus pra penyesuaian, sebagai berikut :

$$Cua = \frac{(1,5 \times (LTI) + 5)}{1 - FRcrit}$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

Cua = Waktu Siklus Pra Penyesuaian

LTI = Waktu hilang = jumlah fase x *amber* + jumlah fase x *All Red*

FRcrit = Jumlah rasio arus kritis

2) Waktu Hijau

Waktu hijau dihitung pada masing-masing simpang pendekat dengan menggunakan rumus :

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

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

g_i	= Waktu hijau
PR	= Rasio fase
LTI	= Waktu Hilang Simpang (smp/jam)
Cua	= Waktu Siklus Penyesuaian

3) Waktu Siklus Penyesuaian

Waktu siklus penyesuaian dihitung pada masing-masing simpang dengan rumus :

$$C = \sum g + LTI$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

C	= Waktu Siklus Penyesuaian
$\sum g$	= Jumlah Waktu Hijau Simpang
LTI	= Waktu Hilang Simpang

- b. Menyesuaikan waktu siklus setiap jam sibuk sesuai dengan volume lalu lintas pada jam sibuk.
- c. Melakukan sistem koordinasi simpang pada kedua simpang yang dikaji. Selanjutnya dilakukan pengkoordinasian lampu lalu lintas antara Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran. Pertimbangan pemilihan koordinasi di kedua simpang tersebut adalah jarak kedua simpang tersebut hanya 800 meter dan arus lalu lintas tinggi.
 - 1) Melakukan penyamaan waktu siklus, dimana waktu siklus yang lebih rendah mengikuti waktu siklus yang lebih tinggi.
 - 2) Melakukan percobaan membuat diagram offset dengan mempertimbangkan kecepatan eksisting dari simpang agar tercipta kondisi *greenwave*.

4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran, Kota Salatiga. Pertimbangan penelitian pada titik persimpangan tersebut, sebagai berikut:

- a. Kinerja Simpang Pulutan yang memiliki Derajat Kejenuhan sebesar 0,50, panjang antrian 23,33 meter, dan tundaan sebesar 41,75 detik/smp (LOS "E") untuk penilaian *level of service* yang tergolong buruk.
- b. Kinerja Simpang Kecandran yang memiliki Derajat Kejenuhan sebesar 0,64, panjang antrian 41,67 meter, dan tundaan sebesar 60,33 detik/smp (LOS "F") untuk penilaian *level of service* yang tergolong sangat buruk.
- c. Menetapkan usulan yang efektif untuk optimalisasi kinerja Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran dan membandingkan kondisi eksisting dengan usulan.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu mulai bulan Juni hingga Juli 2022.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 Analisis Kinerja Persimpangan pada Kondisi Eksisting

1. Analisis Kinerja Simpang Pulutan
 - a. Geometrik

Simpang Pulutan adalah simpang dengan tipe simpang 412 yang artinya simpang memiliki 4 lengan 1 lajur pada pendekat minor dan 2 lajur pada pendekat utama atau mayor. Simpang Pulutan terhubung dengan ruas Jalan H. Ilyas pada lengan barat dan Jalan Dipomenggolo lengan timur dan ruas Jalan Lingkar Salatiga pada lengan utara dan selatan.

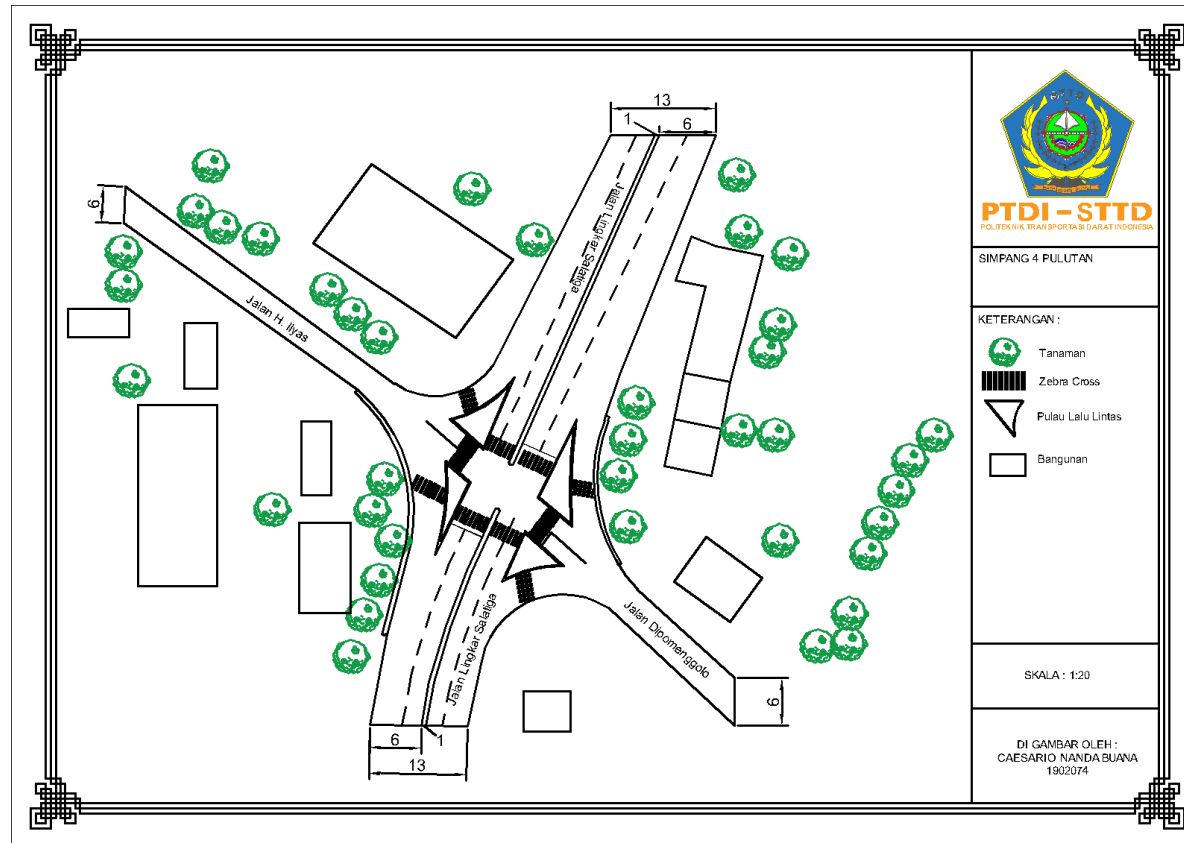
Kaki simpang utara dan selatan adalah Jalan Lingkar Salatiga yang merupakan jalan arteri dengan tipe kaki simpang 4/2 D. kaki simpang barat dan timur adalah Jalan H. Ilyas dan Jalan Dipomenggolo yang merupakan jalan lokal dengan tipe jalan 2/2 UD dengan masing-masing hambatan samping rendah. Berikut ini merupakan tabel geometrik Simpang Pulutan.

Tabel V. 1 Geometrik Simpang Pulutan

Nama Simpan g	Tipe Simpan g	Kaki Simpan g	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)			
				Pendeka t Wa	W masu k	W lto r	W kelua r
Simpan g Pulutan	412	Utara	Jalan Lingkar Salatiga I	8,5	6	2,5	6
		Selatan	Jalan Lingkar Salatiga II	8,5	6	2,5	6
		Timur	Jalan Dipomenggol o	5,5	3	2,5	3
		Barat	Jalan H. Ilyas	5,5	3	2,5	3

Sumber : Hasil Analisis

Kondisi eksisting simpang kecandran dapat dilihat pada Gambar V. 1.

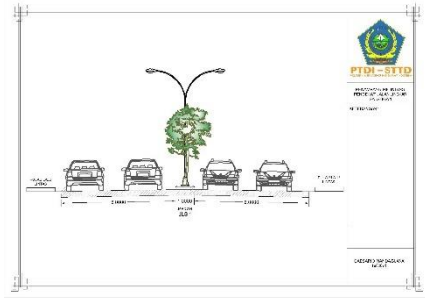
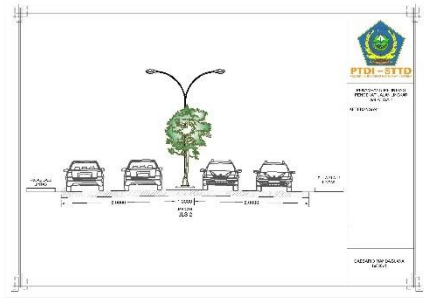
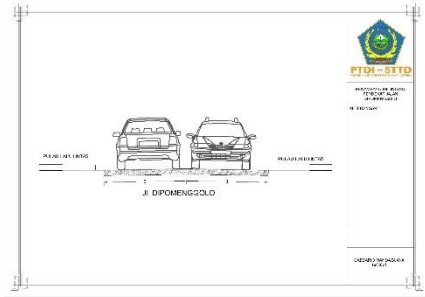
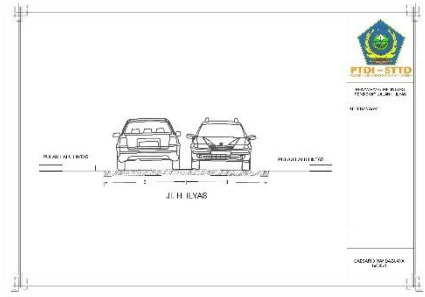


Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 1 Layout Simpang Pulutan

Berikut ini merupakan gambar penampang melintang untuk masing-masing pendekat Simpang Pulutan.

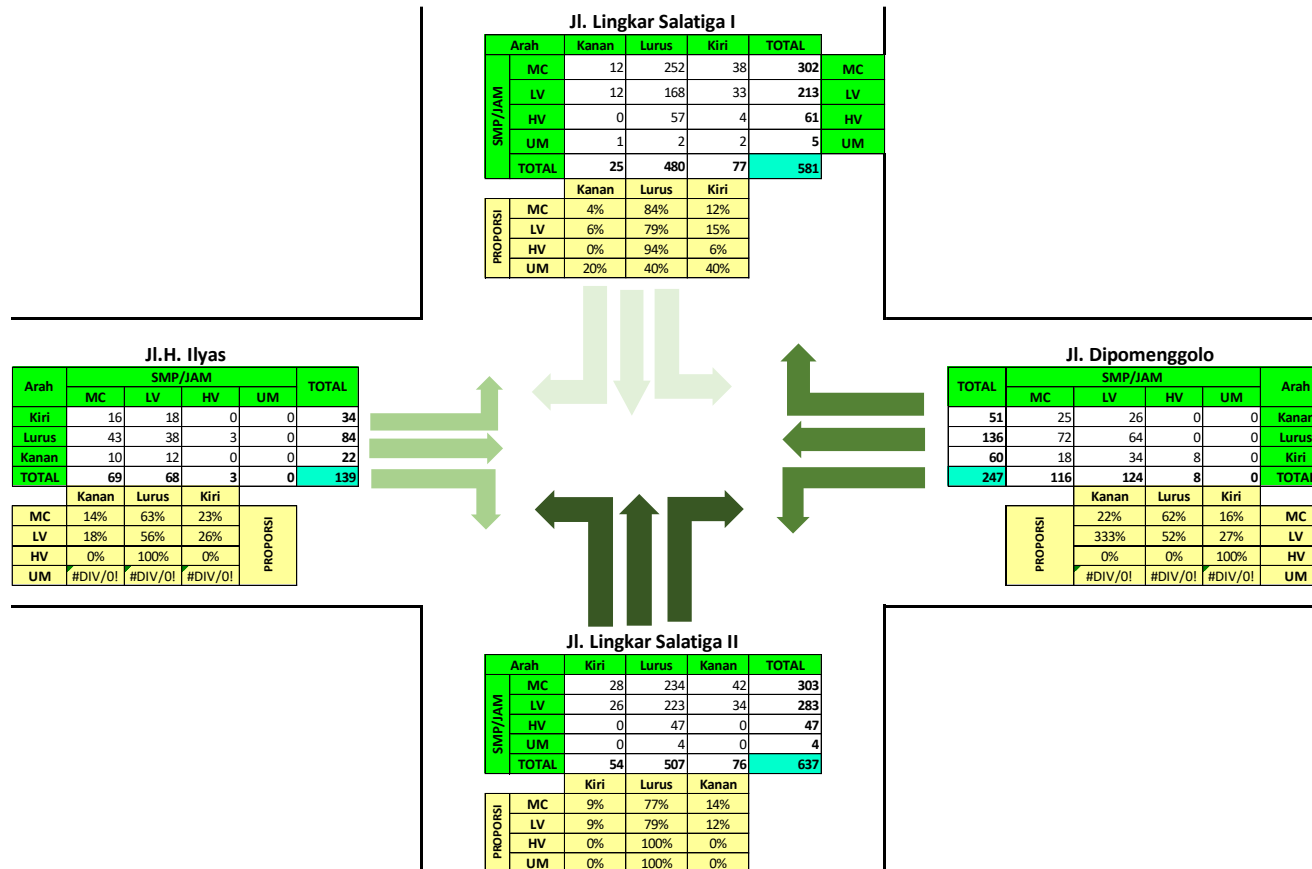
Tabel V. 2 Penampang Melintang Pendekat Simpang Pulutan

No.	Pendekat	Gambar Penampang Melintang
1	Jalan Lingkar Salatiga I	
2	Jalan Lingkar Salatiga II	
3	Jalan Dipomenggolo	
4	Jalan H. Ilyas	

Sumber : Hasil Analisis

b. Volume

Simpang Pulutan adalah simpang bersinyal dengan empat fase. Simpang ini memiliki volume pada jam puncak pukul 06.45-07.45 dibawah ini merupakan Gambar V.II yaitu pola pergerakan Simpang Pulutan dalam satuan smp/jam.



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 2 Pola Pergerakan Simpang Pulutan

c. Kapasitas

Kapasitas simpang bersinyal dipengaruhi oleh arus jenuh, waktu siklus hijau dan total waktu siklus. Kapasitas simpang berbeda-beda menurut karakteristik kaki simpang dan faktor-faktor penyesuaian lainnya, seperti ukuran kota, hambatan samping, dan sebagainya. Kapasitas simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti yang tercantum pada:

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

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya kapasitas suatu simpang:

1) Arus Jenuh

Arus jenuh simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

a) Arus Jenuh Dasar (S_o)

Analisis terhadap arus lalu lintas dalam pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas dilakukan dengan memperhitungkan lebar efektif mulut simpang dan arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut berdasarkan data hasil survei. Perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut. Perhitungan arus jenuh pada ruas kaki Jalan Lingkar Salatiga 1:

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 6 \text{ m} \\ &= 3.600 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel V.3 perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini :

Tabel V. 3 Nilai Arus Jenuh Dasar Simpang Pulutan

No.	Kaki Simpang	Lebar Efektif (We) (m)	Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga I (Utara)	6	3.600
2	Jalan Lingkar Salatiga II (Selatan)	6	3.600
3	Jalan Dipomenggolo (Timur)	3	1.800
4	Jalan H. Ilyas (Barat)	3	1.800

Sumber : Hasil Analisis

b) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian kota dapat dilihat dari populasi penduduk wilayah studi tersebut. Kota Salatiga memiliki jumlah penduduk 196.440 jiwa, jadi untuk faktor penyesuaian ukuran kota $F_{cs} = 0,83$ untuk range antara 100.000 – 500.000 penduduk.

c) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) dapat dilihat pada tabel V.4 berikut :

Tabel V. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang Pulutan

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Tipe Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Fsf
1	U	Jalan Lingkar Salatiga I	P	Rendah	COM	0,93
2	S	Jalan Lingkar Salatiga II	P	Rendah	COM	0,93
3	T	Jalan Dipomenggolo	P	Rendah	COM	0,95
4	B	Jalan H. Ilyas	P	Rendah	COM	0,95

Sumber : Hasil Analisis

d) Faktor Kelandaian

Kelandaian persimpangan masing-masing kaki simpang Pulutan adalah datar (0%), oleh karena itu $F_g = 1,00$.

e) Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Pada Simpang Pulutan tidak terdapat parkir on street, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir $F_p = 1,00$.

f) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{rt})

Faktor penyesuaian belok kanan dipengaruhi oleh persentase belok kanan. Berikut perhitungan pada ruas Jalan Lingkar Salatiga I (U) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{rt} &= 1,0 + P_{rt} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,04 \times 0,26 \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

g) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{lt})

Perhitungan faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe terlindung tanpa LTOR, sehingga untuk tipe pendekat tipe terlindung dengan LTOR digunakan variabel 1 agar hasil tidak 0. Karena seluruh pendekat pada Simpang Kecandran terlindung (LTOR) maka untuk nilai F_{lt} :

$$F_{lt} = 1$$

Untuk lebih jelasnya prosentase belok kiri dapat di lihat pada tabel V.5 perhitungan berikut ini:

Tabel V. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kiri dan Belok kanan pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Prt	Frt	Plt	Flt
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	0,04	1,01	0,13	1,00
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	0,11	1,03	0,08	1,00
3	Jalan Dipomenggolo	T	0,20	1,06	0,27	1,00
4	Jalan H. Ilyas	B	0,16	1,04	0,25	1,00

Sumber : Hasil Analisis

Setelah mengetahui faktor-faktor penyesuaian, maka arus jenuh Simpang Pulutan adalah sebagai berikut:

Tabel V. 6 Arus Jenuh Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	So (smp/ jam)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/ /jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,01	1,00	2.809
2	Jalan Lingkar Salatiga II	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,03	1,00	2.861
3	Jalan Dipomenggolo	1.800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,05	1,00	1.501
4	Jalan H. Ilyas	1.800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,04	1,00	1.478

Sumber : Hasil Analisis

d. Waktu Siklus

Dengan melakukan survei di lapangan maka kondisi saat ini waktu siklus dapat diketahui dengan menggunakan alat stop watch, hasil yang diperoleh dari survai dapat dilihat dari tabel V.7 di bawah ini:

Tabel V. 7 Waktu Siklus Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Tipe Fase	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (C) (detik)	Amber (detik)	All Red (detik)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	P	30	117	3	2
2	Jalan Lingkar Salatiga II	P	30	117	3	2

3	Jalan Dipomenggolo	P	25	117	3	2
4	Jalan H. Ilyas	P	12	117	3	2

Sumber : Hasil Analisis

Berikut ini merupakan gambar diagram fase Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas Simpang Pulutan kondisi eksisting:

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL										SIKLUS TOTAL (detik)
Jalan Lingkar Salatiga II (Utara)	1	30	3	2	33	2	28	2	15	2		117
Jl. Lingkar Salatiga III (Selatan)	2	33	2	30	3	2	28	2	15	2		117
Jl. Imam Bonjol III (Timur)	3	33	2	33	2	25	3	2	15	2		117
Jalan Imam Bonjol IV (Barat)	4	33	2	33	2	28	2	12	3	2		117

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 3 Diagram Fase APILL Simpang Pulutan Kondisi Eksisting

Pada simpang Pulutan kapasitas tertinggi pada Jalan Lingkar Salatiga II sebesar 736 smp/jam. Berikut hasil perhitungan pada tabel V.8:

Tabel V. 8 Kapasitas Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nilai Arus Jenuh (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (detik)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	2.809	30	117	720
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	2.861	30	117	736
3	Jalan Dipomenggolo	T	1.501	25	117	321
4	Jalan H. Ilyas	B	1.478	12	117	152

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= Q \text{ total} / C \\ &= 369 / 720 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan pada Simpang Kecandran tertinggi pada kaki simpang Jalan Lingkar Salatiga II dengan derajat kejenuhan sebesar 0,64 dapat dilihat pada tabel V.9:

Tabel V. 9 Derajat Kejenuhan Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Arus lalu lintas (smp)	Kapasitas (smp/jam)	DS
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	369	720	0,51
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	387	736	0,53
3	Jalan Dipomenggolo	T	139	321	0,43
4	Jalan H. Ilyas	B	79	152	0,52

Sumber : Hasil Analisis

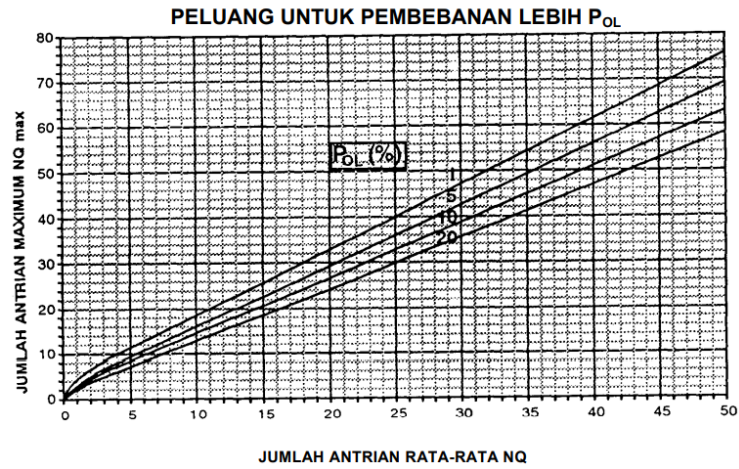
f. Panjang Antrian (QL)

Untuk menghitung panjang antrian kendaraan dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

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

$$\begin{aligned} QL &= \frac{8 \times 20}{6} \\ &= 26,67 \text{ meter} \end{aligned}$$

NQ_{max} didapatkan dari POL 10% dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Berikut ini merupakan Gambar V.4 peluang antrian untuk pembebanan.



Sumber : MKJI 1997

Gambar V. 4 NQMax Menggunakan POL

Tabel V. 10 Panjang Antrian Kendaraan pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	NQmax (smp)	Lebar masuk (Wmasuk) (meter)	Panjang Antrian (QL) (meter)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	8	6	26,67
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	8	6	26,67
3	Jalan Dipomenggolo	T	4	3	26,67
4	Jalan H. Ilyas	B	2	3	13,33

Sumber : Hasil Analisis

g. Tundaan (D)

Pada setiap pendekat tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

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

Berikut perhitungan tundaan pada kaki simpang ruas Jalan Lingkar Salatiga I :

$$DT = 117 \times 0,72 + \frac{0,03 \times 3600}{720}$$

$$= 37,37 \text{ detik/smp}$$

Tabel V. 11 Perhitungan Tundaan Rata-rata Lalu Lintas pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekatan	DS	Rasio Hijau (GR)	NQ1 (smp)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Tundaan Lalu lintas (DT) (detik/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	0,51	0,26	0,03	720	37,37
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	0,53	0,26	0,05	736	37,65
3	Jalan Dipomenggolo	T	0,43	0,21	0	321	39,85
4	Jalan H. Ilyas	B	0,52	0,10	0,04	152	50,82

Sumber : Hasil Analisis

Untuk menghitung tundaan geometrik rata-rata pada tiap-tiap pendekatan dengan menggunakan rumus:

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

$$= (1 - 0,39) \times 0,04 \times 6 + (0,39 \times 4)$$

$$= 2,27 \text{ detik/smp}$$

Perhitungan tundaan geometri dapat dilihat pada tabel ditabel V.12 berikut ini:

Tabel V. 12 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Rasio Kendaraan (NS) (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok Kanan	Tundaan Geometri (DG) (detik/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	0,39	0,04	2,27
2	Jalan Lingkar Salatiga II	0,40	0,11	2,39

3	Jalan Dipomenggolo	0,40	0,20	1,95
4	Jalan H. Ilyas	0,45	0,16	2,13

Sumber : Hasil Analisis

Setiap pendekatan tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 D &= DT + DG \\
 D &= 37,37 + 2,27 \\
 &= 39,64 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 13 Tundaan Rata-rata pada Simpang Pulutan

N O	Kaki Simpang	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan terhenti (NSV) (smp/jam)	Tundaan lalu lintas Rata rata (DT) (det/smp)	Tundaan lalu lintas Geometri (DG) (det/smp)	Tundaan Rata rata (D=DT+ DG) (det/smp)	Tundaan total DxQ (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	369	146	37,37	2,27	39,64	14.643
2	Jalan Lingkar Salatiga II	387	154	37,65	2,39	40,04	15.479
3	Jalan Dipomenggolo	139	55	39,85	1,95	41,80	5.793

4	Jalan H. Ilyas	79	36	50,82	2,13	52,95	4.182
					Tundaan Simpang rata-rata (det/smp)		41,76

Sumber : Hasil Analisis

Dari Hasil Analisis kondisi saat ini tabel di atas, menunjukkan bahwa kinerja Simpang Pulutan memiliki tingkat pelayanan yang rendah, hal ini dapat dilihat pada tabel di atas yang menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Pulutan adalah sebesar 41,76 det/smp, dimana tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan Indeks Tingkat Pelayanan Simpang (PM No 96 Tahun 2015) maka kondisi saat ini Simpang Kecandran memiliki nilai "E" yang berarti buruk.

2. Analisis Kinerja Eksisting Simpang Kecandran

a. Geometrik

Simpang Kecandran adalah simpang dengan tipe simpang 412 yang artinya simpang memiliki 4 lengan 1 lajur pada pendekat minor dan 2 lajur pada pendekat utama atau mayor. Simpang Kecandran Simpang terhubung dengan ruas Jalan Imam Bonjol pada lengan barat dan lengan timur dan ruas Jalan Lingkar Salatiga pada lengan utara dan selatan. Pada simpang ini merupakan jalur keluar masuk dari zona internal menuju zona eksternal yaitu Kecamatan Tuntang, Kabupaten Semarang begitupun sebaliknya. Tata guna lahan pada simpang ini yaitu komersial dengan hambatan samping rendah.

Kaki simpang utara dan selatan adalah Jalan Lingkar Salatiga yang merupakan jalan arteri dengan tipe kaki simpang 4/2 D. kaki simpang barat dan timur adalah Jalan Imam Bonjol yang merupakan jalan kolektor dengan tipe jalan 2/2 UD dengan masing-masing hambatan samping rendah. Berikut ini merupakan

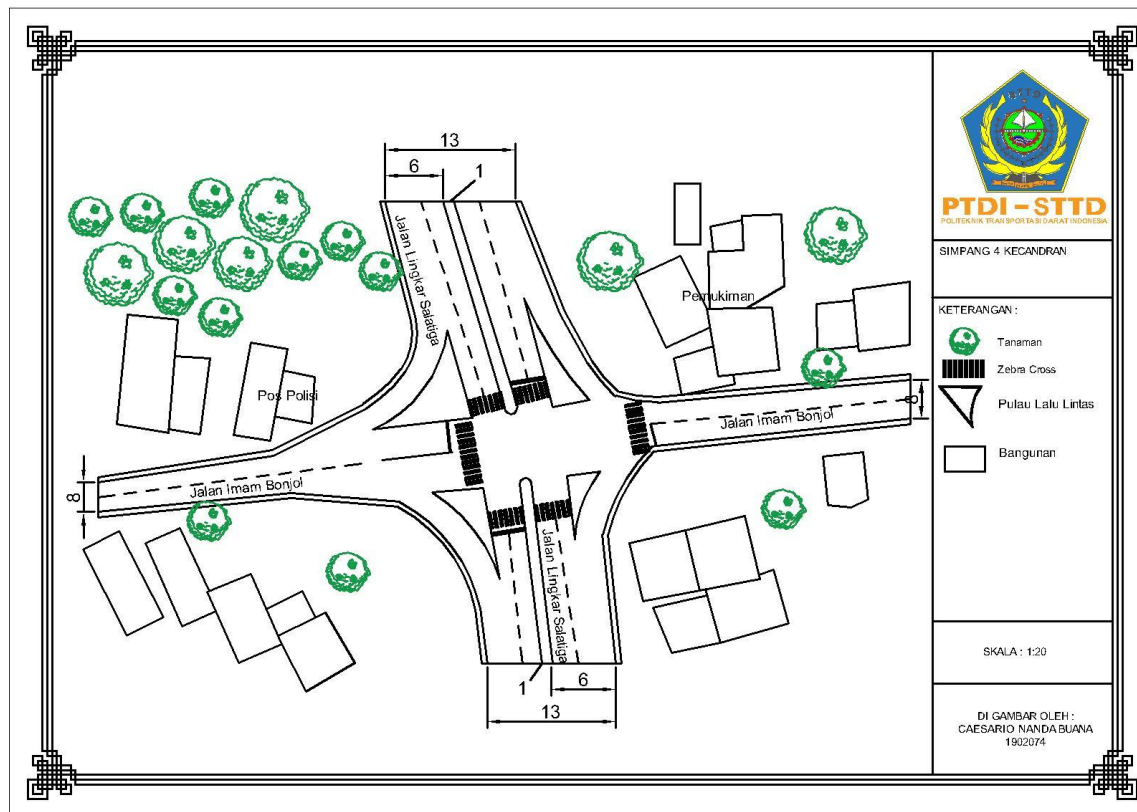
Simpang ini juga dilintasi mulai dari kendaraan kecil hingga kendaraan berat karena merupakan jalan lintas yang menghubungkan Semarang menuju Surakarta. Untuk mengetahui tingkat kinerja Simpang 4 Kecandran pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan terhadap unjuk kerja dan dilakukan perhitungan waktu siklus dengan menghubungkan pada tundaan yang mempertimbangkan kondisi pada simpang tersebut. Berikut ini merupakan kondisi geometrik dari Simpang Kecandran.

Tabel V. 14 Tabel Geometrik Simpang Kecandran

Nama Simpang	Tipe Simpang	Kaki Simpang	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)			
				Pendekat Wa	W masuk	W ltor	W keluar
Simpang Kecandran	412	Utara	Jalan Lingkar Salatiga II	8,5	6	2,5	6
		Selatan	Jalan Lingkar Salatiga III	8,5	6	2,5	6
		Timur	Jalan Imam Bonjol III	6,5	4	2,5	4
		Barat	Jalan Imam Bonjol IV	6,5	4	2,5	4

Sumber : Hasil Analisis

Kondisi eksisting simpang kecandran dapat dilihat pada Gambar V.5.

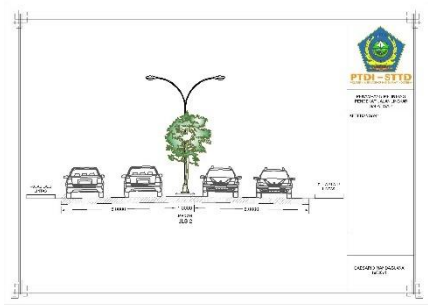
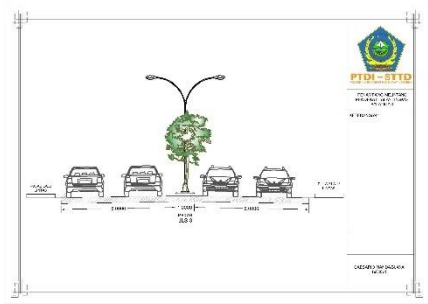
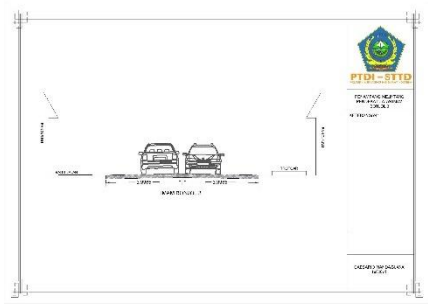
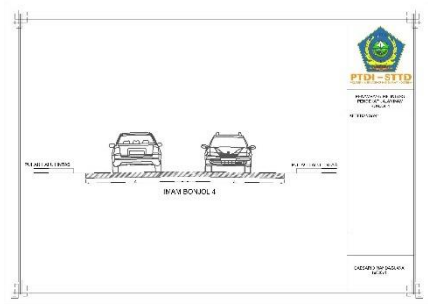


Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 5 Layout Simpang Kecandran

Berikut ini merupakan gambar penampang melintang untuk masing-masing pendekat Simpang Kecandran.

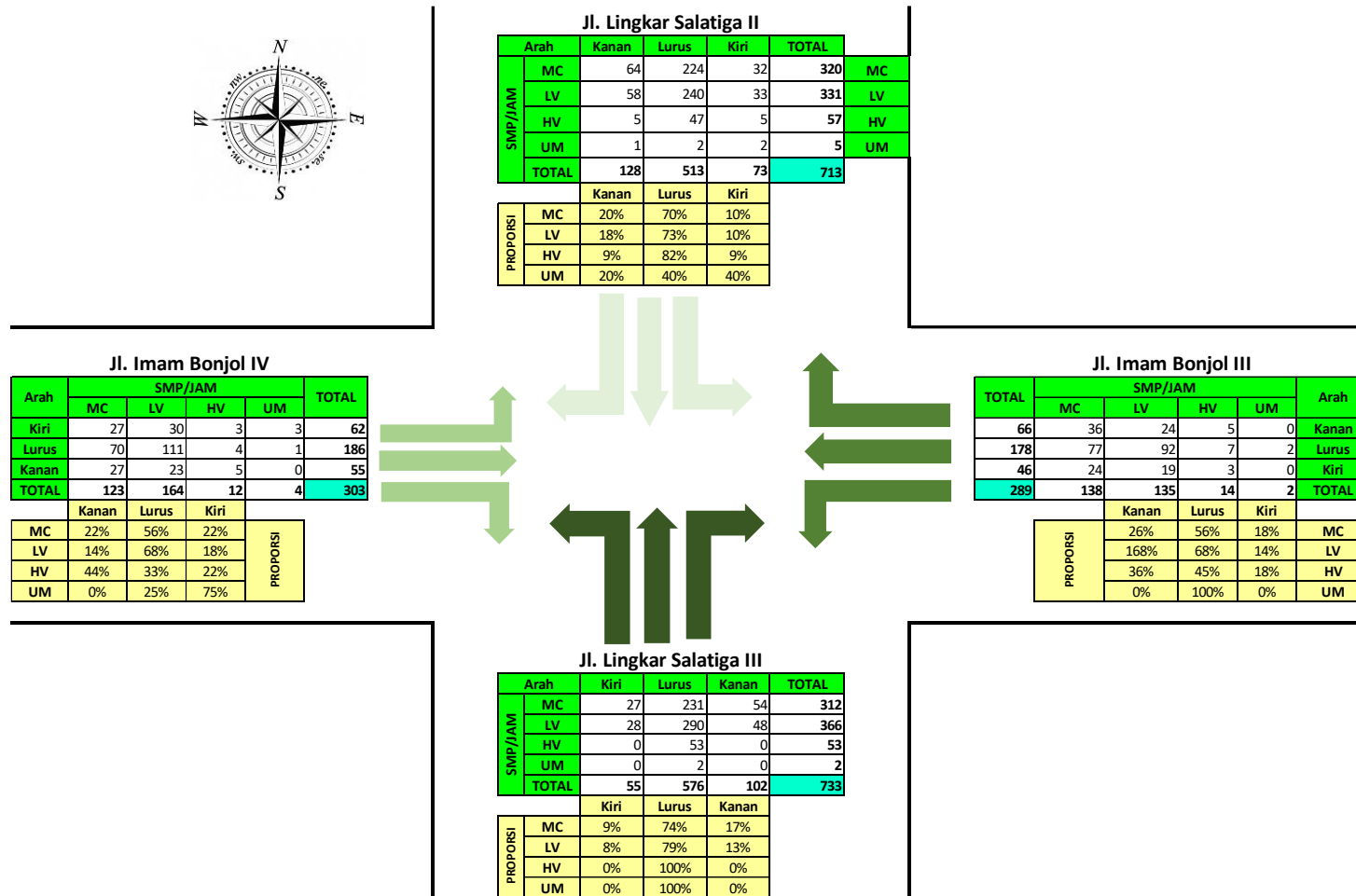
Tabel V. 15 Penampang Melintang Pendekat Simpang Kecandran

No.	Pendekat	Gambar Penampang Melintang
1	Jalan Lingkar Salatiga II	
2	Jalan Lingkar Salatiga III	
3	Jalan Imam Bonjol III	
4	Jalan Imam Bonjol IV	

Sumber : Hasil Analisis

b. Volume

Simpang Kecandran adalah simpang bersinyal dengan empat fase. Simpang ini memiliki volume pada jam puncak pukul 06.45-07.45. dibawah ini merupakan Gambar V.6 yaitu pola pergerakan Simpang Kecandran dalam satuan smp/jam.



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 6 Pola Pergerakan Simpang Kecandran

c. Kapasitas

Kapasitas simpang bersinyal dipengaruhi oleh arus jenuh, waktu siklus hijau dan total waktu siklus. Kapasitas simpang berbeda-beda menurut karakteristik kaki simpang dan faktor-faktor penyesuaian lainnya, seperti ukuran kota, hambatan samping, dan sebagainya. Kapasitas simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti yang tercantum pada:

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

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya kapasitas suatu simpang:

1) Arus Jenuh

Arus jenuh simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

a) Arus Jenuh Dasar (S_o)

Analisis terhadap arus lalu lintas dalam pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas dilakukan dengan memperhitungkan lebar efektif mulut simpang dan arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut berdasarkan data hasil survei. Perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut. Perhitungan arus jenuh pada ruas kaki Jalan Lingkar Salatiga II:

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 6 \text{ m} \\ &= 3.600 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel V.16 perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini:

Tabel V.16. Nilai Arus Jenuh Dasar Simpang Kecandran

No.	Kaki Simpang	Lebar Efektif (We) (m)	Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga II (Utara)	6	3.600
2	Jalan Lingkar Salatiga III (Selatan)	6	3.600
3	Jalan Imam Bonjol III (Timur)	4	2.400
4	Jalan Imam Bonjol IV (Barat)	4	2.400

Sumber : Hasil Analisis

b) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian kota dapat dilihat dari populasi penduduk wilayah studi tersebut. Kota Salatiga memiliki jumlah penduduk 196.440 jiwa, jadi untuk faktor penyesuaian ukuran kota $F_{cs} = 0,83$ untuk range antara 100.000 – 500.000 penduduk.

c) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) dapat dilihat pada tabel V.17 berikut:

Tabel V.17. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang Kecandran

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Tipe Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Fsf
1	U	Jalan Lingkar Salatiga II	P	Rendah	COM	0,93
2	S	Jalan Lingkar Salatiga III	P	Rendah	COM	0,93

3	T	Jalan Imam Bonjol III	P	Rendah	COM	0,93
4	B	Jalan Imam Bonjol IV	P	Rendah	COM	0,93

Sumber : Hasil Analisis

d) Faktor Kelandaian

Kelandaian persimpangan masing-masing kaki simpang Kecandran adalah datar (0%), oleh karena itu $F_g = 1,00$.

e) Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Pada Simpang Kecandran tidak terdapat parkir on street, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir $F_p = 1,00$.

f) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{rt})

Faktor penyesuaian belok kanan dipengaruhi oleh persentase belok kanan. Berikut perhitungan pada ruas Jalan Lingkar Salatiga II (U) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_{rt} &= 1,0 + P_{rt} \times 0,26 \\
 &= 1,0 + 0,17 \times 0,26 \\
 &= 1,04
 \end{aligned}$$

g) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{lt})

Perhitungan faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe terlindung tanpa LTOR, sehingga untuk tipe pendekat tipe terlindung dengan LTOR digunakan variabel 1 agar hasil tidak 0. Karena seluruh pendekat pada Simpang Kecandran terlindung (LTOR) maka untuk nilai F_{lt} :

$$F_{lt} = 1$$

Untuk lebih jelasnya prosentase belok kiri dapat di lihat pada tabel V.18 perhitungan berikut ini:

Tabel V.18 Faktor Penyesuaian Belok Kiri dan Belok Sempang Kecandran

No	Kaki Sempang	Kode Pendekat	Prt	Frt	Plt	Flt
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	0,17	1,04	0,10	1,00
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	0,13	1,04	0,07	1,00
3	Jalan Imam Bonjol III	T	0,22	1,06	0,15	1,00
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	0,18	1,05	0,19	1,00

Sumber : Hasil Analisis

Setelah mengetahui faktor-faktor penyesuaian, maka arus jenuh Sempang Kecandran adalah sebagai berikut:

Tabel V.19 Arus Jenuh Sempang Kecandran

No	Kaki Sempang	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	3.600	0,83	0,95	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890
2	Jalan Lingkar Salatiga III	3.600	0,83	0,95	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890
3	Jalan Imam Bonjol III	2.400	0,83	0,95	1,00	1,00	1,06	1,00	1.964
4	Jalan Imam Bonjol IV	2.400	0,83	0,95	1,00	1,00	1,05	1,00	1.945

Sumber : Hasil Analisis

d. Waktu Siklus

Dengan melakukan survei di lapangan maka kondisi saat ini waktu siklus dapat diketahui dengan menggunakan alat *stop watch*, hasil yang diperoleh dari survei dapat dilihat dari tabel V.20 di bawah ini:

Tabel V.20 Waktu Siklus Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Tipe Fase	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (C) (detik)	Amber (detik)	All Red (detik)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	P	35	132	3	2
2	Jalan Lingkar Salatiga III	P	27	132	3	2
3	Jalan Imam Bonjol III	P	25	132	3	2
4	Jalan Imam Bonjol IV	P	25	132	3	2

Sumber : Hasil Analisis

Berikut ini merupakan gambar diagram fase Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas Simpang Kecandran kondisi eksisting

NAMA KAKI SEMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL										SIKLUS TOTAL (detik)
Jalan Lingkar Salatiga II (Utara)	1	35	3	2	30	2	28	2	28	2		132
Jalan Lingkar Salatiga III (Selatan)	2	38	2	27	3	2	28	2	28	2		132
Jalan Imam Bonjol III (Timur)	3	38	2	30	2	25	3	2	28	2		132
Jalan Imam Bonjol IV (Barat)	4	38	2	30	2	28	2	25	3	2		132

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 7 Diagram Fase APILL Simpang Kecandran Eksisting

Pada simpang Kecandran kapasitas tertinggi pada Jalan Lingkar Salatiga II sebesar 766 smp/jam. Berikut hasil perhitungan pada tabel V.21:

Tabel V. 21 Kapasitas Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nilai Arus Jenuh (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	2.890	35	132	766
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	2.890	27	132	591
3	Jalan Imam Bonjol III	T	1.964	25	132	372
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	1.945	25	132	368

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q \text{ total} / C$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan pada Simpang Kecandran tertinggi pada kaki simpang Jalan Lingkar Salatiga III dengan derajat kejenuhan sebesar 0,90 dapat dilihat pada tabel V.22:

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Arus lalu lintas (smp)	Kapasitas (smp/jam)	DS
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	494	766	0,64
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	534	591	0,90
3	Jalan Imam Bonjol III	T	185	372	0,50
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	191	368	0,52

Sumber : Hasil Analisis

f. Panjang Antrian (QL)

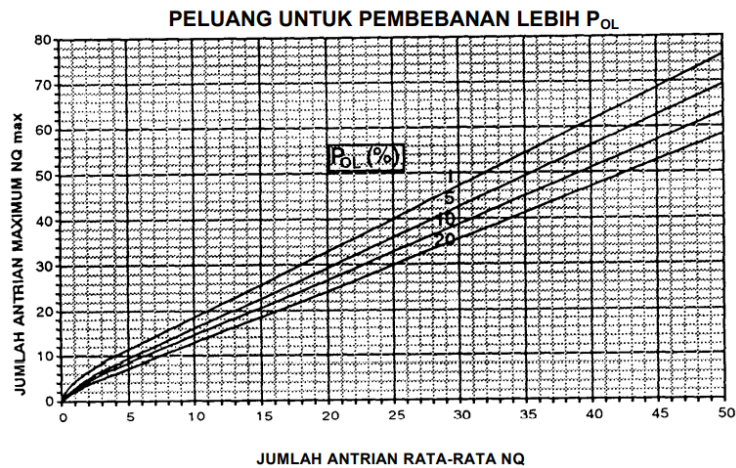
Untuk menghitung panjang antrian kendaraan dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

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

$$= \frac{12 \times 20}{6}$$

$$= 40,00$$

NQ_{max} didapatkan dari POL 10% dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Berikut ini merupakan Gambar V.8 peluang antrian untuk pembebanan.



Sumber : MKJI 1997

Gambar V. 8 NQ_{Max} Menggunakan POL

Pada Simpang Kecandran antrian terpanjang pada Jalan Imam Bonjol III sepanjang 66,67 m. Berikut hasil perhitungan:

Tabel V. 23 Panjang Antrian Kendaraan pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nq _{max} (smp)	Lebar masuk (W _{masuk}) (meter)	Panjang Antrian (QL) (meter)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	12	6	40,00
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	20	6	66,67

3	Jalan Imam Bonjol III	T	6	4	30,00
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	6	4	30,00

Sumber : Hasil Analisis

g. Tundaan (D)

Pada setiap pendekat tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

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

Berikut perhitungan tundaan pada kaki simpang ruas Jalan Lingkar Salatiga II:

$$DT = 132 \times 0,64 + \frac{0,40 \times 3600}{766}$$

$$= 44,89 \text{ detik/smp}$$

Tabel V. 24 Perhitungan Tundaan Rata-Rata Lalu Lintas pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	DS	Rasio Hijau (GR)	NQ1 (smp)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Tundaan Lalu lintas (DT) (detik/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	0,64	0,27	0,40	766	44,89
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	0,90	0,20	3,98	591	73,60
3	Jalan Imam Bonjol III	T	0,50	0,19	0	372	47,86
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	0,52	0,19	0,04	368	48,49

Sumber : Hasil Analisis

Untuk menghitung tundaan geometrik rata-rata pada tiap-tiap pendekat dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} DG &= (1 - NS) \times pRT \times 6 + (NS \times 4) \\ &= (1 - 0,49) \times 0,17 \times 6 + (0,49 \times 4) \\ &= 2,66 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

Perhitungan tundaan geometri dapat dilihat pada tabel ditabel V.25 berikut ini:

Tabel V. 25 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Rasio Kendaraan (NS) (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok Kanan	Tundaan Geometri (DG) (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	0,49	0,17	2,66
2	Jalan Lingkar Salatiga III	0,68	0,13	3,44
3	Jalan Imam Bonjol III	0,47	0,22	2,45
4	Jalan Imam Bonjol IV	0,48	0,18	2,36

Sumber : Hasil Analisis

Setiap pendekat tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ D &= 44,89 + 2,66 \\ &= 47,55 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Tabel V. 26 Rata-rata Tundaan pada Simpang Kecandran

N O	Kaki Simpang	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan terhenti (NSV) (smp/Jam)	Tundaan lalu lintas Rata rata (DT) (detik/smp)	Tundaan lalu lintas Geometri (DG) (detik/smp)	Tundaan Rata rata (D=DT+ DG) (detik/smp)	Tundaan total DxQ (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	494	241	44,89	2,66	47,55	23.479
2	Jalan Lingkar Salatiga III	534	365	73,60	3,44	77,04	41.118
3	Jalan Imam Bonjol III	185	87	47,86	2,45	50,31	9.283
4	Jalan Imam Bonjol IV	191	92	48,49	2,36	50,85	9.727
					Tundaan Simpang rata-rata (det/smp)		60,33

Sumber : Hasil Analisis

Dari Hasil Analisis kondisi saat ini tabel di atas, menunjukkan bahwa kinerja Simpang Kecandran memiliki tingkat pelayanan yang rendah, hal ini dapat dilihat pada tabel di atas yang menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Kecandran adalah sebesar 60,33

det/smp, dimana tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan Indeks Tingkat Pelayanan Simpang (PM No 96 Tahun 2015) maka kondisi saat ini Simpang Kecandran memiliki nilai "F" yang berarti sangat buruk.

5.2 Analisis Kinerja Simpang Usulan 1

1. Analisis Kinerja Usulan 1 Simpang Pulutan

Analisis kondisi eksisting sudah diketahui, kemudian dilakukan perhitungan kinerja kondisi usulan, perhitungan kondisi kinerja usulan yang terbaik akan diambil sebagai alternative pemecahan masalah yang ada. Usulan ini dilakukan agar kinerja persimpangan dapat ditingkatkan secara efektif dan efisien. Maka dari itu pada kondisi usulan 1 ini dikajilah penyesuaian waktu siklus optimum dan pengurangan fase.

a. Waktu Siklus

1) Perhitungan Siklus

Dalam penentuan waktu siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI 1997 dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a) Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu Siklus dapat dicari sebagai berikut:

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

$$= \frac{1,5 \times 15 + 5}{1 - 0,27}$$

$$C_{ua} = 38 \text{ detik}$$

Namun pada MKJI 1997 untuk untuk sistem pengaturan 3 fase waktu siklus yang disarankan adalah 50 detik – 80 detik. Tentunya jika waktu siklus sebelum penyesuaian 38 terlalu rendah dan beresiko lebih terhadap faktor lain seperti keselamatan.

b) Waktu Hijau

Dalam mencari waktu hijau untuk setiap fase, berikut ini merupakan contoh perhitungan dari pendekat Utara Jalan Lingkar Salatiga I.

$$\begin{aligned}
 g_i &= (Cua - LTI) \times PR \\
 &= (38 - 15) \times 0,32 \\
 &= 9 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Namun menurut buku *Signal Timing Manual* minimal waktu hijau yang biasa digunakan adalah 15 detik, maka penulis asumsikan pada jalan mayor waktu hijau dikalikan 2 (dua) dan pada jalan minor menggunakan standar minimum yaitu 15 detik dan untuk menunjang faktor keselamatan pada simpang tersebut.

Tabel V. 27 Waktu Hijau Usulan 1 Simpang Pulutan

No	Lengan	Rasio Fase (IFR)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Hijau Yang Diasumsikan (detik)
1	U	0,39	9	18
2	S	0,51	11	22
3	T	0,10	3	15
4	B	0,08	2	15

Sumber : Hasil Analisis

c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Karena pada skenario ini menggunakan 3 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau kaki simpang minor.

$$\begin{aligned}
 C &= \Sigma g + LTI \\
 &= (18+22+15) + 15 \\
 &= 70 \text{ detik.}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus optimum yang telah dilakukan, dapat diketahui setiap pendekatan pada Simpang Pulutan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 28 Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Tipe Fase	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	P	18	70
2	Jalan Lingkar Salatiga II	P	22	70
3	Jalan Dipomenggolo	O	15	70
4	Jalan H. Ilyas	O	15	70

Sumber : Hasil Analisis

Untuk diagram fase pada siklus usulan 1 dapat dilihat pada gambar berikut.

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL								SIKLUS TOTAL (detik)
Jalan Lingkar Salatiga II (Utara)	1	18	3	2	12	2	5	2		70
Jalan Lingkar Salatiga III (Selatan)	2	12	2		22	3	2	5	2	70
Jalan Dipomenggolo (Timur)	3	12	2		12	2	15	3	2	70
Jalan H. Ilyas (Barat)	3	12	2		12	2	15	3	2	70

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 9 Diagram Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Pulutan

b. Kapasitas

Pada simpang Kecandran kapasitas tertinggi pada Jalan Lingkar Salatiga II sebesar 908 smp/jam. Berikut hasil perhitungan pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 29 Kapasitas Usulan 1 Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nilai Arus Jenuh (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (c) (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	2.918	18	70	750
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	2.890	22	70	908

3	Jalan Dipomenggolo	T	1.814	15	70	389
4	Jalan H. Ilyas	B	1.814	15	70	389

Sumber : Hasil Analisis

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q \text{ total} / C$$

$$DS = 309 / 750$$

$$DS = 0,41$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan pada Simpang Pulutan tertinggi pada kaki simpang Jalan Lingkar Salatiga II dengan derajat kejenuhan sebesar 0,44 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 30 Derajat Kejenuhan Usulan 1 pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Arus lalu lintas (smp)	Kapasitas (smp/jam)	DS
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	309	750	0,41
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	401	908	0,44
3	Jalan Dipomenggolo	T	51	389	0,13
4	Jalan H. Ilyas	B	40	389	0,10

Sumber : Hasil Analisis

d. Panjang Antrian

Hasil perhitungan panjang antrian dapat dilihat di Tabel dibawah.

Berikut perhitungan panjang antrian pada Jalan Lingkar Salatiga I.

$$\begin{aligned}
 QL &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \\
 &= \frac{4 \times 20}{6} \\
 &= 13,33 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 31 Panjang Antrian Kendaraan Usulan 1 Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nqmax (smp)	Lebar masuk (Wmasuk) (meter)	Panjang Antrian (QL) (meter)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	4	6	13,33
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	6	6	20,00
3	Jalan Dipomenggolo	T	1	3	6,67
4	Jalan H. Ilyas	B	1	3	6,67

Sumber : Hasil Analisis

e. Tundaan

Berikut ini merupakan tundaan usulan 1 Simpang Pulutan, sapat dilihat pada tabel V.32.

Tabel V. 32 Perhitungan Tundaan Rata-Rata Lalu Lintas Usulan 1 pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	DS	Rasio Hijau (GR)	NQ1 (smp)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Tundaan Lalu lintas (DT) (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	U	0,41	0,26	0	750	21,60
2	Jalan Lingkar Salatiga II	S	0,44	0,31	0	908	19,11
3	Jalan Dipomenggolo	T	0,13	0,21	0	389	22,23
4	Jalan H. Ilyas	B	0,10	0,21	0	389	22,09

Sumber : Hasil Analisis

Perhitungan tundaan geometri dapat dilihat pada tabel ditabel V.33 berikut ini:

Tabel V. 33 Perhitungan Tundaan Geometri pada Simpang Pulutan

No	Kaki Simpang	Rasio Kendaraan (NS) (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok Kanan	Tundaan Geometri (DG) (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	0,40	0,05	2,25
2	Jalan Lingkar Salatiga II	0,39	0,12	2,24
3	Jalan Dipomenggolo	0,39	0,22	1,95
4	Jalan H. Ilyas	0,39	0,16	1,98

Sumber : Hasil Analisis

Setiap pendekatan tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D = DT + DG$$

$$D = 21,60 + 2,25$$

$$= 23,85 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 34 Rata-rata Tundaan pada Simpang Pulutan

N O	Kaki Simpang	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan terhenti (NSV) (smp/jam)	Tundaan lalu lintas Rata rata (DT) (det/smp)	Tundaan lalu lintas Geometri (DG) (det/smp)	Tundaan Rata rata (D=DT+DG) (det/smp)	Tundaan total DxQ (smp.dt)
1	Jalan Lingkar Salatiga I	309	125	21,60	2,25	23,85	7.371
2	Jalan Lingkar Salatiga II	401	155	19,11	2,24	21,45	8.610

3	Jalan Dipomengg olo	51	20	22,23	1,95	24,18	1.238
4	Jalan H. Ilyas	40	15	22,09	1,98	24,07	950
						Tundaan Simpang rata-rata (det/smp)	23,12

Sumber : Hasil Analisis

Dari Hasil Analisis Usulan 1 pada Simpang Pulutan, menunjukkan penurunan kinerja Simpang Pulutan dikarenakan pengurangan fase, yang semula 4 fase menjadi 3 fase. Hal itu akan diikuti dengan peningkatan tingkat pelayanan pada Simpang Pulutan, hal ini dapat dilihat pada tabel di atas yang menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Pulutan adalah sebesar 23,12 det/smp mengalami penurunan sebesar 45% dibanding eksisting, dimana tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan Indeks Tingkat Pelayanan Simpang (PM No 96 Tahun 2015) maka kondisi saat ini Simpang Pulutan memiliki nilai "C" yang berarti sedang.

2. Analisis Kinerja Usulan 1 Simpang Kecandran

Analisis kondisi eksisting sudah diketahui, kemudian dilakukan perhitungan kinerja kondisi usulan, perhitungan kondisi kinerja usulan yang terbaik akan diambil sebagai alternative pemecahan masalah yang ada. Usulan ini dilakukan agar kinerja persimpangan dapat ditingkatkan secara efektif dan efisien. Maka dari itu pada kondisi usulan 1 ini dikajilah penyesuaian waktu siklus optimum.

a. Waktu Siklus

1) Perhitungan Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI 1997 dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a) Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus dapat dicari dengan sebagai berikut:

$$Cua = \frac{(1,5 \times LTI) + 5}{1 - IFR}$$

$$= \frac{1,5 \times 15 + 5}{1 - 0,45}$$

$$Cua = 50 \text{ detik}$$

Pada MKJI 1997 untuk untuk sistem pengaturan 3 fase waktu siklus yang disarankan adalah 50 detik – 80 detik.

b) Waktu Hijau

Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari pendekat Utara Jalan Lingkar Salatiga II.

$$\begin{aligned} gi &= (Cua - LTI) \times PR \\ &= (50 - 15) \times 0,37 \\ &= 13 \text{ detik} \end{aligned}$$

Namun menurut buku *Signal Timing Manual* minimal waktu hijau yang biasa digunakan adalah 15 detik, maka penulis asumsikan pada jalan mayor waktu hijau dikalikan 2 (dua) dan pada jalan minor menggunakan standar minimum yaitu

15 detik dan untuk menunjang faktor keselamatan pada simpang tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 35 Waktu Hijau Usulan 1 Simpang Kecandran

No	Lengan	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)	Waktu Hijau Yang Diasumsikan (detik)
1	U	0,37	13	26
2	S	0,41	14	28
3	T	0,22	8	15
4	B	0,22	8	15

Sumber : Hasil Analisis

c) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan. Karena pada skenario ini menggunakan 3 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau kaki simpang minor.

$$\begin{aligned}
 C &= \Sigma g + LTI \\
 &= (26+28+15) + 15 \\
 &= 84 \text{ detik.}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus optimum yang telah dilakukan, dapat diketahui setiap pendekatan pada Simpang Kecandran dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 36 Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Tipe Fase	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (C) (detik)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	P	26	84
2	Jalan Lingkar Salatiga III	P	28	84
3	Jalan Imam Bonjol III	O	15	84
4	Jalan Imam Bonjol IV	O	15	84

Sumber : Hasil Analisis

Untuk diagram fase pada siklus usulan 1 dapat dilihat pada gambar berikut.

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL								SIKLUS TOTAL (detik)
Jalan Lingkar Salatiga II (Utara)	1	26	3	2	12	2	5	2		84
Jalan Lingkar Salatiga III (Selatan)	2	12		2	28	3	2	5	2	84
Jalan Imam Bonjol III (Timur)	3	12		2	12	2	15	3	2	84
Jalan Imam Bonjol IV (Barat)	3	12		2	12	2	15	3	2	84

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 10 Diagram Waktu Siklus Usulan 1 Simpang Kecandran

b. Kapasitas

Pada simpang Kecandran kapasitas tertinggi pada Jalan Lingkar Salatiga III sebesar 963 smp/jam. Berikut hasil perhitungan pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 37 Kapasitas Usulan 1 Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nilai Arus Jenuh (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	2.918	26	84	903
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	2.890	28	84	963
3	Jalan Imam Bonjol III	T	1.826	15	84	326
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	1.826	15	84	326

Sumber : Hasil Analisis

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q \text{ total} / C$$

$$DS = 494 / 903$$

$$DS = 0,55$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan pada Simpang Kecandran tertinggi pada kaki simpang Jalan Imam Bonjol IV dengan derajat kejenuhan sebesar 0,59 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 38 Derajat Kejenuhan Usulan 1 pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Arus lalu lintas (smp)	Kapasitas (smp/jam)	DS
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	494	903	0,55
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	534	963	0,55
3	Jalan Imam Bonjol III	T	185	326	0,57
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	191	326	0,59

Sumber : Hasil Analisis

d. Panjang Antrian

Hasil perhitungan panjang antrian dapat dilihat di Tabel dibawah.

Berikut perhitungan panjang antrian pada Jalan Lingkar Salatiga II.

$$\begin{aligned}
 QL &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \\
 &= \frac{8 \times 20}{6} \\
 &= 26,67 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 39 Panjang Antrian Kendaraan Usulan 1 Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	Nqmax (smp)	Lebar masuk (Wmasuk) (meter)	Panjang Antrian (QL) (meter)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	8	6	26,67
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	10	6	33,33
3	Jalan Imam Bonjol III	T	4	4	20
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	4	4	20

Sumber : Hasil Analisis

e. Tundaan

Berikut ini merupakan tundaan usulan 1 Simpang kecandran, sapat dilihat pada tabel V.40.

Tabel V. 40 Perhitungan Tundaan Rata–Rata Lalu Lintas Usulan 1 pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	DS	Rasio Hijau (GR)	NQ1 (smp)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Tundaan Lalu lintas (DT) (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	U	0,55	0,31	0,10	903	24,51
2	Jalan Lingkar Salatiga III	S	0,55	0,33	0,12	963	23,35
3	Jalan Imam Bonjol III	T	0,57	0,18	0,15	326	33,19
4	Jalan Imam Bonjol IV	B	0,59	0,18	0,21	326	33,96

Sumber : Hasil Analisis

Perhitungan tundaan geometri dapat dilihat pada tabel ditabel V.41 berikut ini :

Tabel V. 41 Perhitungan Tundaan Geometri Usulan 1 pada Simpang Kecandran

No	Kaki Simpang	Rasio Kendaraan (NS) (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok Kanan	Tundaan Geometri (DG) (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	0,46	0,17	2,56
2	Jalan Lingkar Salatiga III	0,45	0,13	2,61
3	Jalan Imam Bonjol III	0,53	0,22	2,61
4	Jalan Imam Bonjol IV	0,54	0,18	2,53

Sumber : Hasil Analisis

Setiap pendekatan tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = DT + DG$$

$$D = 24,51 + 2,56$$

$$= 27,07 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 42 Rata-rata Tundaan Usulan 1 pada Simpang Kecandran

N O	Kaki Simpang	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan terhenti (NSV) (smp/jam)	Tundaan lalu lintas Rata rata (DT) (det/smp)	Tundaan lalu lintas Geometri (DG) (det/smp)	Tundaan Rata rata (D=DT+DG) (det/smp)	Tundaan total $D \times Q$ (det/smp)
1	Jalan Lingkar Salatiga II	494	226	24,51	2,56	27,07	13.367
2	Jalan Lingkar Salatiga III	534	241	23,35	2,61	25,95	13.851

3	Jalan Imam Bonjol III	185	97	33,19	2,61	35,81	6.606
4	Jalan Imam Bonjol IV	191	103	33,96	2,53	36,49	6.980
						Tundaan Simpang rata-rata (det/smp)	29,40

Sumber : Hasil Analisis

Dari Hasil Analisis Usulan 1 pada Simpang Kecandran, menunjukkan penurunan kinerja Simpang Kecandran dikarenakan pengurangan fase, yang semula 4 fase menjadi 3 fase. Hal itu akan diikuti dengan peningkatan tingkat pelayanan pada Simpang Kecandran, hal ini dapat dilihat pada tabel di atas yang menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Kecandran adalah sebesar 29,40 det/smp mengalami penurunan sebesar 51%, dimana tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan Indeks Tingkat Pelayanan Simpang (PM No 96 Tahun 2015) maka kondisi saat ini Simpang Kecandran memiliki nilai "D".

5.3 Analisis Kinerja Persimpangan Usulan 2

Setelah melakukan pengoptimalisasian kinerja persimpangan pada usulan 1, maka didapatkan hasil kinerja yang lebih baik dari sebelumnya. Kemudian pada usulan 2 hasil pengoptimalisasian persimpangan akan diterapkan *multiplan* pada masing-masing *peakhour* yaitu pagi, siang, dan sore. *Multiplan* ini akan menyesuaikan frekuensi kendaraan yang melewati simpang pada masing-masing jam puncak baik pagi, siang, dan sore.

1. Analisis Kinerja Usulan 2 Simpang Pulutan

Pada simpang simpang Pulutan setelah melakukan optimalisasi didapatkan menjadi 3 fase, sehingga menjadikan kaki timur dan barat menjadi terlawan. Berikut ini merupakan *multiplan* yang ada di Simpang Pulutan.

a. Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus pada usulan 2 yaitu mengoptimalkan kinerja simpang dengan membuat *multiplan* pada setiap jam sibuk. Perhitungan waktu fase sama seperti dengan usulan 1 namun frekuensi jam sibuk yang membuat optimalisasi waktu siklus tiap jam sibuk berbeda. Menurut buku *Signal Timing Manual* minimal waktu hijau yang biasa digunakan adalah 15 detik, maka penulis asumsikan pada jalan mayor waktu hijau dikalikan 2 (dua) dan pada jalan minor menggunakan standar minimum yaitu 15 detik dan untuk menunjang faktor keselamatan pada simpang tersebut.

Tabel V. 43 Waktu Siklus Multiplan Setelah Optimalisasi Simpang Pulutan

Peak Pagi							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	18	74	2	3	5	15
S	2	22		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Peak Siang							

Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	15	65	2	3	5	15
S	2	20		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Peak Sore							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	20	72	2	3	5	15
S	2	22		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	

Sumber : Hasil Analisis

b. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan untuk tiap waktu jam sibuk berbeda dikarenakan frekuensi kendaraan tiap jam sibuk. Berikut ini merupakan derajat kejenuhan tiap jam sibuk pada Simpang Kecandran.

Tabel V. 44 Derajat Kejenuhan Usulan 2 Simpang Pulutan

Peak Pagi						
Nama Jalan	Pendekat	Waktu Hijau	Volume (Q)	Arus jenuh (S)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
			Smp/Jam	Smp/Jam	Smp/Jam	
Jalan Lingkar Salatiga I	U	18	309	2.918	750	0,41

Jalan Lingkar Salatiga II	S	22	401	2.890	908	0,44
Jalan Dipomenggolo	T	15	51	1.814	389	0,13
Jalan H. Ilyas	B	15	40	1.814	389	0,10
Peak Siang						
Nama Jalan	Pendekat	Waktu Hijau	Vol	Arus Jenuh	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
			Q			
			Smp/Jam	Smp/Jam	Smp/Jam	
Jalan Lingkar Salatiga I	U	15	208	2.918	673	0,31
Jalan Lingkar Salatiga II	S	20	298	2.890	889	0,34
Jalan Dipomenggolo	T	15	33	1.814	419	0,08
Jalan Imam Bonjol IV	B	15	29	1.814	419	0,07
Peak Sore						
Nama Jalan	Pendekat	Waktu Hijau	Vol	Arus Jenuh	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
			Q			
			Smp/Jam	Smp/Jam	Smp/Jam	
Jalan Lingkar Salatiga I	U	20	348	2.918	810	0.43
Jalan Lingkar Salatiga II	S	22	376	2.890	883	0.53
Jalan Dipomenggolo	T	15	35	1.814	378	0.09
Jalan H. Ilyas	B	15	28	1.814	378	0.07

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat disimpulkan derajat kejenuhan untuk Simpang Pulutan pada tiap jam puncaknya adalah 0,27 untuk *peak*

hour pagi, 0,20 untuk *peak hour* siang, dan 0,26 pada *peak hour* sore.

c. Panjang Antrian

Panjang antrian diukur pada tiap pendekat. Berikut adalah panjang antrian pada masing-masing pendekat di Simpang Pulutan

Tabel V. 45 Panjang Antrian Setiap Jam Sibuk Usulan 2 Simpang Pulutan

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian		
		QL (meter)		
		Peak pagi	Peak Siang	Peak sore
Jalan Lingkar Salatiga I	U	13,33	6,67	13,33
Jalan Lingkar Salatiga II	S	20,00	13,33	20,00
Jalan Dipomenggolo	T	6,67	6,67	6,67
Jalan H. Ilyas	B	6,67	6,67	6,67

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat dihitung derajat kejenuhan untuk Simpang Pulutan pada tiap jam puncaknya adalah 11,67 meter untuk *peak hour* pagi, 8,33 meter untuk *peak hour* siang, dan 11,67 meter pada *peak hour* sore.

d. Tundaan

Indeks Kinerja yang terakhir adalah tundaan atau waktu yang hilang akibat adanya gangguan lalu-lintas yang berada diluar kemampuan pengemudi untuk mengontrolnya. Berikut adalah Tundaan rata-rata pada masing-masing pendekat di Simpang Pulutan.

Tabel V. 46 Tundaan Setiap Peak Hour Usulan 2 Simpang Pulutan

Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		
		<i>Peak Pagi</i>	<i>Peak Siang</i>	<i>Peak Sore</i>
		D	D	D
		det/smp	det/smp	det/smp
Jalan Lingkar Salatiga I	U	23,85	22,96	23,55
Jalan Lingkar Salatiga II	S	21,45	19,65	21,67
Jalan Dipomenggolo	T	24,18	21,69	24,99
Jalan H. Ilyas	B	24,07	21,32	24,79

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat dihitung tundaan untuk Simpang Kecandran pada tiap jam puncaknya adalah 23,12 detik/smp untuk *peak hour* pagi, 21,41 detik/smp untuk *peak hour* siang, dan 23,12 detik/smp pada pada *peak hour* sore yang membuat simpang ini memiliki level of service "C" pada tiap peaknya (memiliki tundaan mulai dari 15-30 detik/smp) yang berarti sedang.

2. Analisis Kinerja Usulan 2 Simpang Kecandran

Pada simpang simpang Kecandran setelah melakukan optimalisasi didapatkan menjadi 3 fase, sehingga menjadikan kaki timur dan barat menjadi terlawan. Berikut ini merupakan *multiplan* yang ada di Simpang Kecandran. Berikut ini merupakan waktu siklus setelah disesuaikan pada Tabel V.47.

a. Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus pada usulan 2 yaitu mengoptimalkan kinerja simpang dengan membuat *multiplan* pada setiap jam sibuk. Perhitungan waktu fase sama seperti dengan usulan 1 namun frekuensi jam sibuk yang membuat optimalisasi waktu siklus tiap jam sibuk berbeda. Menurut buku *Signal Timing Manual* minimal waktu

hijau yang biasa digunakan adalah 15 detik, maka penulis asumsikan pada jalan mayor waktu hijau dikalikan 2 (dua) dan pada jalan minor menggunakan standar minimum yaitu 15 detik dan untuk menunjang faktor keselamatan pada simpang tersebut.

Tabel V. 47 Waktu Siklus Multiplan Setelah Optimalisasi Simpang Kecandran

Peak Pagi							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	26	84	2	3	5	15
S	2	28		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Peak Siang							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	24	78	2	3	5	15
S	2	24		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Peak Sore							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	28	84	2	3	5	15
S	2	26		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	

Sumber : Hasil Analisis

b. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan untuk tiap waktu jam sibuk berbeda dikarenakan frekuensi kendaraan tiap jam sibuk. Berikut ini merupakan derajat kejenuhan tiap jam sibuk pada Simpang Kecandran.

Tabel V. 48 Derajat Kejenuhan Usulan 2 Simpang Kecandran

Peak Pagi						
Nama Jalan	Pendek at	Wakt u Hijau	Volume (Q)	Arus jenuh (S)	Kapasit as (C)	Derajat Kejenuh an
			Smp/Ja m	Smp/Ja m	Smp/Ja m	
Jalan Lingkar Salatiga II	U	26	494	2.918	903	0,55
Jalan Lingkar Salatiga III	S	28	534	2.890	963	0,55
Jalan Imam Bonjol III	T	15	185	1.826	326	0,57
Jalan Imam Bonjol IV	B	15	191	1.826	326	0,59
Peak Siang						
Nama Jalan	Pendek at	Wakt u Hijau	Vol	Arus Jenuh	Kapasit as	Derajat Kejenuh an
			Q			
			Smp/Ja m	Smp/Ja m	Smp/Ja m	
Jalan Lingkar Salatiga II	U	24	470	2.918	898	0.52
Jalan Lingkar Salatiga III	S	24	449	2.890	8989	0.51
Jalan Imam Bonjol III	T	15	151	1.826	351	0.43

Jalan Imam Bonjol IV	B	15	128	1.826	351	0.36
Peak Sore						
Nama Jalan	Pendekat	Waktu Hijau	Vol	Arus Jenuh	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
			Q			
			Smp/Jam			
Jalan Lingkar Salatiga II	U	28	546	2.918	973	0.56
Jalan Lingkar Salatiga III	S	26	512	2.890	895	0.57
Jalan Imam Bonjol III	T	15	143	1.826	326	0.44
Jalan Imam Bonjol IV	B	15	160	1.826	326	0.49

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat disimpulkan derajat kejenuhan untuk Simpang Kecandran pada tiap jam puncaknya adalah 0,56 untuk *peak hour* pagi, 0,46 untuk *peak hour* siang, dan 0,52 pada *peak hour* sore.

c. Panjang Antrian

Panjang antrian diukur pada tiap pendekat. Berikut adalah panjang antrian pada masing-masing pendekat di Simpang Kecandran.

Tabel V. 49 Panjang Antrian Setiap Jam Sibuk Usulan 2 Simpang Kecandran

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian		
		QL (meter)		
		Peak pagi	Peak Siang	Peak sore
Jalan Lingkar Salatiga II	U	26,67	26,67	33,33
Jalan Lingkar Salatiga III	S	33,33	26,67	33,33

Jalan Imam Bonjol III	T	20,00	5,00	5,00
Jalan Imam Bonjol IV	B	20,00	5,00	5,00

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat dihitung derajat kejenuhan untuk Simpang Kecandran pada tiap jam puncaknya adalah 25,00 meter untuk *peak hour* pagi, 15,83 meter untuk *peak hour* siang, dan 19,17 meter pada *peak hour* sore.

d. Tundaan

Indeks Kinerja yang terakhir adalah tundaan atau waktu yang hilang akibat adanya gangguan lalu-lintas yang berada diluar kemampuan pengemudi untuk mengontrolnya. Berikut adalah Tundaan rata-rata pada masing-masing pendekat di Simpang Kecandran.

Tabel V. 50 Tundaan Setiap Peak Hour Usulan 2 Simpang Kecandran

Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		
		<i>Peak Pagi</i>	<i>Peak Siang</i>	<i>Peak Sore</i>
		D	D	D
		det/smp	det/smp	det/smp
Jalan Lingkar Salatiga II	U	27,07	25,01	26,02
Jalan Lingkar Salatiga III	S	25,95	24,72	27,65
Jalan Imam Bonjol III	T	35,81	30,16	33,13
Jalan Imam Bonjol IV	B	39,49	29,58	33,37

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel di atas dapat dihitung tundaan untuk Simpang Kecandran pada tiap jam puncaknya adalah 29,40 detik/smp untuk *peak hour* pagi, 26,35 detik/smp untuk *peak hour* siang, dan 28,55 detik/smp pada *peak hour* sore yang membuat simpang ini

memiliki level of service "D" pada tiap peaknya (memiliki tundaan mulai dari 25-40 detik/smp).

5.4 Analisis Kinerja Simpang Usulan 3

Usulan 3 merupakan koordinasi persimpangan yaitu antara Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran. Sebelum dilakukan koordinasi antar simpang, setiap simpang harus dilakukan optimalisasi terlebih dahulu bertujuan untuk mencari waktu siklus yang paling optimal pada kedua simpang yang diteliti.

1. Peak Pagi

a. Waktu Siklus Optimalisasi

Waktu siklus optimalisasi menggunakan optimalisasi pada usulan 1 untuk masing-masing simpang. Berikut ini merupakan hasil waktu siklus optimalisasi Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran setelah dilakukan optimalisasi berdasarkan MKJI 1997.

Tabel V. 51 Waktu Siklus Simpang Pulutan dan Kecandran Setelah Optimalisasi

Simpang Pulutan							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	18	70	2	3	5	15
S	2	22		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Simpang Kecandran							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	26	84	2	3	5	15
S	2	28		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	

Sumber : Hasil Analisis

Dapat dilihat dari tabel diatas maka waktu siklus yang optimal untuk Simpang Pulutan adalah sebesar 70 detik dan waktu siklus yang optimal pada Simpang Kecandran adalah sebesar 84 detik.

b. Waktu Siklus Koordinasi

Setelah dilakukan optimalisasi tiap simpang, koordinasi simpang akan menggunakan waktu optimal kedua simpang sebagai batas bawah dan batas atas dalam menyamakan waktu siklus dengan pertimbangan kinerja yang paling optimal diantara kedua simpang dengan menyamakan waktu siklus kedua simpang menurut waktu siklus yang paling besar diantara dua simpang tersebut. Maka Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran memiliki waktu siklus yang sama yaitu 84 detik.

Tabel V. 52 Waktu Siklus Penyesuaian Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran

Simpang Pulutan							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	18	84	2	3	5	15
S	2	22		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	
Simpang Kecandran							
Pendekat	Hijau Dalam Fase	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Semua Merah	Amber	Waktu Hilang	Lti
		Detik	Detik	Detik	Detik	Detik	
U	1	18	84	2	3	5	15
S	2	22		2	3	5	
T	3	15		2	3	5	
B	3	15		2	3	5	

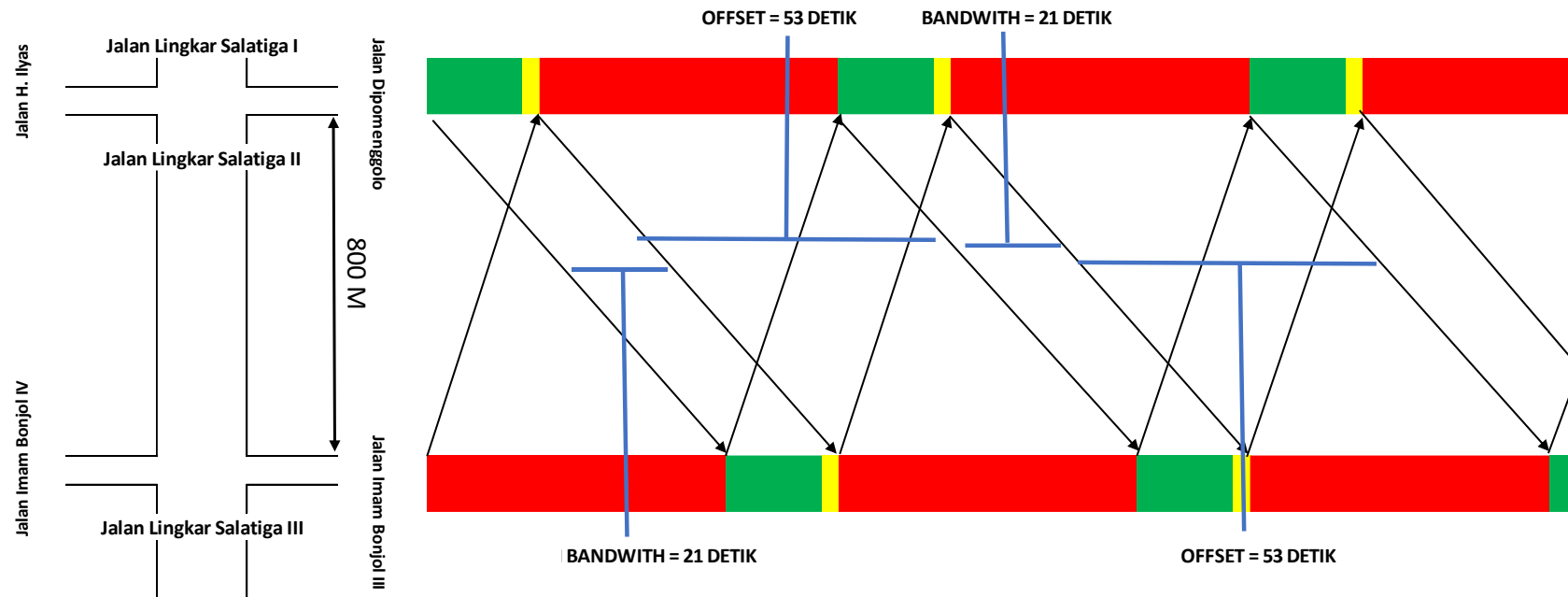
Sumber : Hasil Analisis

c. Menentukan Waktu Offset

Data kecepatan kendaraan pada ruas Jalan Lingkar Salatiga II didapatkan dari hasil survei MCO yang dilakuakn Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Salatiga Tahun 2022 adalah 54,32 km/jam atau sekitar 15,09 m/s. kemudian untuk jarak Simpang Pulutan menuju Simpang Kecandran adalah 800 meter. Dengan bergitu didapatkan waktu offset sebesar sebagai berikut.

$$Offset = \frac{800}{15} = 53 \text{ detik}$$

Berikut ini adalah gambar diagram offset untuk koordinasi Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran.



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 11 Diagram Offset Koordinasi Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran

5.5 Perbandingan Usulan 1, Usulan 2, dan Usulan 3

Perbandingan dalam hal ini adalah membandingkan kinerja simpang sebelum dilakukan analisis perbaikan kinerja, baik skenario perubahan fase maupun skenario koordinasi simpang yang meliputi derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan rata-rata. Pada Tabel V.53 ditampilkan hasil perbandingan optimalisasi kinerja Simpang Pulutan dan Kecandran dari eksisting, hasil optimalisasi perubahan fase dan waktu siklus, dan koordinasi simpang terlihat bahwa kenaikan kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi dibandingkan kondisi eksisting.

Tabel V. 53 Perbandingan Kinerja Usulan Simpang Pulutan dan Kecandran

Simpan g	Waktu Siklus			Derajat Kejenuhan			Antrian			Tundaan		
				Rata-rata			Rata-rata			Rata-rata		
	Eksisti ng	Perubah an Fase	Koordin asi	Eksisti ng	Perubah an Fase	Koordin asi	Eksisti ng	Perubah an Fase	Koordin asi	Eksisti ng	Perubah an Fase	Koordin asi
		Detik					Meter			Detik		
Pulutan	117	70	84	0,50	0,27	0,26	23,33	11,67	10,53	41,75	23,12	25,24
Kecandr an	132	84	84	0,64	0,56	0,56	41,67	25,00	25,00	60,33	29,40	29,40

Sumber : Hasil Analisis

1. Perbandingan Eksisting dengan Usulan 1

Perhitungan kondisi kinerja usulan yang terbaik akan diambil sebagai alternative pemecahan masalah yang ada. Usulan ini dilakukan agar kinerja persimpangan dapat ditingkatkan secara efektif dan efisien. Maka dari itu pada kondisi usulan 1 ini dikajilah penyesuaian waktu siklus optimum dan pengurangan fase.

a. Simpang Pulutan

Setelah melakukan optimalisasi waktu siklus dan perubahan fase didapatkanlah optimalisasi kinerja Simpang Pulutan. Perbandingan kinerja simpang berdasarkan derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, sebagai berikut:

1) Derajat Kejenuhan

Untuk derajat kejenuhan Simpang Pulutan antara kondisi eksisting sebesar 0,5 turun sebesar 46% menjadi 0,27. Tentunya penurunan ini sangat signifikan dan efisien bagi simpang Pulutan.

2) Panjang Antrian

Pada panjang antrian rata-rata, kondisi eksisting memiliki panjang antrian rata-rata sebesar 23,3 meter mengalami penurunan sebesar 50% menjadi 11,67 meter pada kondisi usulan 1.

3) Tundaan

Tundaan rata-rata pada kondisi eksisting sebesar 41,75 detik/smp memiliki *level of service* "E" yang berarti buruk mengalami penurunan 45% pada usulan 1 menjadi 23,12 detik/smp dan *level of service* menjadi "C" yang berarti sedang.

b. Simpang Kecandran

Setelah melakukan optimalisasi waktu siklus dan perubahan fase didapatkanlah optimalisasi kinerja Simpang Kecandran. Perbandingan kinerja simpang berdasarkan derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, sebagai berikut:

1) Derajat Kejenuhan

Pada Simpang Kecandran derajat kejenuhan pada kondisi eksisting sebesar 0,64 mengalami penurunan sebesar 12,5% menjadi 0,56.

2) Panjang antrian

Untuk panjang antrian pada kondisi eksisting sebesar 41,67 meter mengalami penurunan 40% menjadi 25,00 meter pada kondisi usulan 1.

3) Tundaan

Tundaan rata-rata pada kondisi eksisting Simpang Kecandran 60,33 detik/smp yang mana *level of service* "F" yang berarti sangat buruk, mengalami penurunan sebesar 591,26% menjadi 29,40 detik/smp yang mana *level of service* "D".

2. Perbandingan Eksisting dengan Usulan 2

Pada Usulan 2 merupakan rencana *multiplan* atau pengaturan pada setiap jam sibuk yaitu jam sibuk pagi, jam sibuk siang, dan jam sibuk sore. Perbandingan dilakukan dengan membandingkan *multiplan* menggunakan fase dan waktu siklus eksisting yang telah disesuaikan oleh volume pada masing-masing jam sibuk dengan *multiplan* yang sudah melakukan penyesuaian waktu siklus dan perubahan fase.

Didapatkan bahwa pada semua usulan *multiplan* pada setiap simpang baik Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, dan Tundaan rata-rata mengalami penurunan dibandingkan kondisi eksisting. Tentunya *multiplan* ini sangat efektif dikarenakan berdasarkan frekuensi volume kendaraan yang melewati kedua simpang tersebut pada setiap jam sibuknya.

3. Perbandingan Eksisting dengan Usulan 3

Usulan 3 merupakan koordinasi persimpangan yaitu antara Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran. Sebelum dilakukan koordinasi antar simpang, setiap simpang harus dilakukan optimalisasi terlebih

dahulu bertujuan untuk mencari waktu siklus yang paling optimal pada kedua simpang yang diteliti.

a. Simpang Pulutan

1) Derajat Kejenuhan

Untuk derajat kejenuhan Simpang Pulutan antara kondisi eksisting sebesar 0,5 turun sebesar 48% menjadi 0,26. Tentunya penurunan ini sangat signifikan dan efisien bagi simpang Pulutan.

2) Panjang Antrian

Pada panjang antrian rata-rata, kondisi eksisting memiliki panjang antrian rata-rata sebesar 23,3 meter mengalami penurunan sebesar 54,80% menjadi 10,53 meter pada kondisi usulan 3.

3) Tundaan

Tundaan rata-rata pada kondisi eksisting sebesar 41,75 detik/smp memiliki *level of service* "E" yang berarti buruk mengalami penurunan 39,54% pada usulan 3 menjadi 25,24 detik/smp dan *level of service* menjadi "D" yang berarti cukup.

b. Simpang Kecandran

1) Derajat Kejenuhan

Pada Simpang Kecandran derajat kejenuhan pada kondisi eksisting sebesar 0,64 mengalami penurunan sebesar 12,5% menjadi 0,56.

2) Panjang antrian

Untuk panjang antrian pada kondisi eksisting sebesar 41,67 meter mengalami penurunan 40% menjadi 25 meter pada kondisi usulan 3.

3) Tundaan

Tundaan rata-rata pada kondisi eksisting Simpang Kecandran 60,33 detik/smp yang mana *level of service* "F" yang berarti sangat buruk, mengalami penurunan sebesar 56,8% menjadi 29,40 detik/smp yang mana *level of service* "D" yang berarti cukup.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada kinerja Simoang Pulutan dan Simpang Kecandran maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan evaluasi kinerja persimpangan berdasarkan volume lalu lintas, didapatkan kinerja persimpangan pada kondisi eksisting, sebagai berikut :
 - a. Kinerja Simpang Pulutan kondisi eksisting memiliki waktu siklus eksisting 117 detik dengan derajat kejenuhan sebesar 0,50, panjang antrian rata-rata sebesar 23,33 meter, dan tundaan sebesar 41,75 detik/smp memiliki *level of service* "E" yang berarti buruk.
 - b. Kinerja Simpang Kecandran kondisi eksisting memiliki waktu siklus eksisting 132 detik dengan derajat kejenuhan sebesar 0,64, panjang antrian rata-rata sebesar 41,67 meter, dan tundaan sebesar 60,33 detik/smp memiliki *level of service* "F" yang berarti sangat buruk.
2. Untuk peningkatan kinerja kedua persimpangan tersebut diusulkan beberapa alternatif terbaik, seperti menghitung ulang waktu siklus, perubahan fase, menerapkan *multiplan* tiap jam sibuk, dan mengkoordinasikan Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran.
3. Perbandingan antara kinerja eksisting dan usulan perlu dilakukan untuk melihat seberapa jauh keefektifan dan keefisienan dari usulan yang telah dikaji. Sesuai dengan indikator tingkat kinerja pelayanan simpang baik dan buruknya kinerja suatu simpang dapat dilihat dari seberapa besar tundaan yang ada. Untuk Simpang Pulutan pada eksisting memiliki *level of service* "E" yang berarti buruk, kemudian setelah dilakukan optimalisasi pada usulan 1 dan usulan 2 *level of service* naik menjadi "C", juga pada usulan 3 *level of service* naik menjadi "D" yang berarti cukup. Selanjutnya untuk Simpang Kecandran semula pada eksisting memiliki

level of service "F" yang berarti sangat buruk, setelah dilakukan evaluasi kinerja pada usulan 1 dan usulan 2 serta usulan 3 *level of service* naik menjadi "D" yang berarti cukup pada ketiga usulan.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil setelah melakukan analisis dan pemecahan masalah, sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan peningkatan kinerja simpang agar kinerjanya menjadi lebih baik berdasarkan indikator tingkat kinerja persimpangan bersinyal. Untuk Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran perlu dilakukan penyesuaian siklus dan perubahan fase untuk optimalisasi kinerja simpang.
2. Perlu dilakukan pengaturan waktu siklus tiap jam sibuk menyesuaikan volume lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut agar pelayanan simpang lebih efisien dan dapat mengimbangi volume lalu lintas yang melewati simpang tersebut.
3. Perlu dilakukan sistem koordinasi simpang bersinyal untuk Simpang Pulutan dan Simpang Kecandran untuk kinerja yang lebih efisien dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2009, Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- _____, 1993, Peraturan pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana Jalan dan Lalu Lintas Jalan, Jakarta.
- _____, 2011, Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas, Jakarta.
- _____, 2014, Peraturan Menteri Perhubungan No. 49 Tahun 2014, Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Jakarta.
- _____, 2015, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta.
- _____, 1991, Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor AJ 401/1/7 Tahun 1991 Tentang Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat.
- _____, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia-Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- AASHTO. (2001). Kebijakan Desain Geometris Jalan Raya dan Jalan. *American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington DC.*
- Abubakar.dkk (1995), Sistim Transportasi Kota, Jakarta, *Direktur Jenderal Perhubungan. Darat.*
- Austrian Road Research Broad (ARRB) (1960)
- Badan Pusat Statistik. (2021). Salatiga Dalam Angka 2021. Kota Salatiga: Badan Pusat Statistik Kota Salatiga.
- Khisty, C. J. and L. B. K. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Erlangga.
- Hasanudin, M. A. U, dkk. (2019). Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjar). *Jurnal Sipil Statik* Volume 7 No. 11 November 2019, Manado.
- McShane, W.R. and Roess, R.P. (1990). Traffic Engineering. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Morlok, E. K. (1988). Jenis Persimpangan Berdasarkan Pengaturan. Erlangga

- Taylor, M & Young, W. (1996). *Understanding Traffic System* . Averbury Technical, Sydney.
- TIM PKL Kota Salatiga. (2022). *Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan*, Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, Bekasi.
- Widodo, A, dkk. (2018). Evaluasi dan Pengaturan Simpang Bersinyal Terkoordinasi Dengan Metode MKJI 1997 dan Transyt 14.1 di Jalan Brigjen Katamso Kota Parakan. *World of Civil and Enviromental Engineering* Volume 1 No. 1, Magelang.

LAMPIRAN

Lampiran : 1 SIG-IV Simpang Pulutan Eksisting

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
										Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
										So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT								FLT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	1	P	0,13		0,04	24	76	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,01	1,00	2.809	369	0,13	0,32	30	720	0,51	
S	2	P	0,08		0,11	76	24	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,03	1,00	2.869	387	0,13	0,33	30	736	0,53	
T	3	P	0,27		0,20	51	22	3,00	1.800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,06	1,00	1.501	139	0,09	0,22	25	321	0,43	
B	4	P	0,25		0,16	22	51	3,00	1.800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,04	1,00	1.478	79	0,05	0,13	12	152	0,52	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						60						IFR =		0,41					0,50
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						117						E Fr _{crit}							

Lampiran : 2 SIG-IV Simpang Kecandran Eksisting

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
										Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So (10)	Fcs (11)	Fsf (12)	Fg (13)	Fp (14)	FRT (15)	FLT (16)	S (17)	Q (18)	Q/S (19)	IFR (20)	g (21)	C (22)	Q/C (23)	
U	1	P	0,10			0,17	127	102	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	494	0,17	0,31	35	766	0,64
S	2	P	0,07			0,13	102	127	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	534	0,18	0,34	27	591	0,90
T	3	P	0,15			0,22	66	55	4,00	2.400	0,83	0,93	1,00	1,00	1,06	1,00	1.964	185	0,09	0,17	25	372	0,50
B	4	P	0,19			0,18	55	66	4,00	2.400	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	1.945	191	0,10	0,18	25	368	0,52
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						77						IFR = E Fr _{crit}		0,55					0,64
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						132													

Lampiran : 3 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 1

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
										Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So (10)	Fcs (11)	Fsf (12)	Fg (13)	Fp (14)	FRT (15)	FLT (16)	S (17)	Q (18)	Q/S (19)	IFR (20)	g (21)	C (22)	Q/C (23)	
U	1	P	0.15		0.05	24	76	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.05	1.00	2.918	309	0.11	0.39	18	750	0.41	
S	2	P	0.09		0.12	76	24	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.04	1.00	2.890	401	0.14	0.51	22	908	0.44	
T	3	O	0.26		0.22	21	11	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	51	0.03	0.10	15	389	0.13	
B	4	O	0.25		0.16	11	21	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	40	0.02	0.08	15	389	0.10	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						38							IFR = E Fr _{crit}	0,27					0,27
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						70													

Lampiran : 4 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 1

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = F _r crit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P																
			p LTOR	p LT	p RT		Q RT	Q RTO		We	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan								Belok Kiri
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C	
U	1	P	0,10		0,17	127	102	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	494	0,17	0,37	26	903	0,55	
S	2	P	0,07		0,13	102	127	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	534	0,18	0,41	28	963	0,55	
T	3	O	0,15		0,22	66	55	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	185	0,10	0,22	15	326	0,57	
B	4	O	0,19		0,18	55	66	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	191	0,10	0,23	15	326	0,59	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						50							IFR = E F _r crit	0,45					0,56
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						84													

Lampiran : 5 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 *Peak* Pagi

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P									
								Ukuran Kota			Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
									So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	1	P	0,15		0,05	24	76	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	309	0,11	0,39	18	750	0,41	
S	2	P	0,09		0,12	76	24	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	401	0,14	0,51	22	908	0,44	
T	3	O	0,26		0,22	21	11	3,00	2.300	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1.814	51	0,03	0,10	15	389	0,13	
B	4	O	0,25		0,16	11	21	3,00	2.300	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1.814	40	0,02	0,08	15	389	0,10	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					38								IFR =	0,27					0,27
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					70								E Fr _{crit}						

Lampiran : 6 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 *Peak* Pagi

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi				Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)									
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		Semua Tipe pendekat					Hanya tipe P		S							
								Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	(17)	(18)	Q/S	IFR	g	C	Q/C	
U	1	P	0,10			0,17	127	102	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	494	0,17	0,37	26	903	0,55
S	2	P	0,07			0,13	102	127	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	534	0,18	0,41	28	963	0,55
T	3	O	0,15			0,22	66	55	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	185	0,10	0,22	15	326	0,57
B	4	O	0,19			0,18	55	66	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	191	0,10	0,23	15	326	0,59
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						50				IFR = E Fr _{crit}				0,45	0,56				
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						84													

Lampiran : 7 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 *Peak* Siang

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau										Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P										
										Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri									
										So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT		FLT	S						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	g	C	Q/C		
U	1	P	0.13		0.04	13	60	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.05	1.00	2.918	208	0.07	0.37	15	673	0.31		
S	2	P	0.08		0.14	60	13	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.04	1.00	2.890	298	0.10	0.54	20	889	0.34		
T	3	O	0.17		0.28	16	9	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	33	0.02	0.10	15	419	0.08		
B	4	O	0.32		0.16	9	16	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	29	0.02	0.08	15	419	0.07		
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						34						IFR = E Fr _{crit}						0,20		
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						65						0,19								

Lampiran : 8 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 *Peak* Siang

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
										Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
																							So
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	1	P	0,09		0,18	122	96	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	470	0,16	0,40	24	898	0,52	
S	2	P	0,07		0,14	96	122	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	449	0,16	0,39	24	889	0,51	
T	3	O	0,15		0,21	54	54	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	151	0,08	0,21	15	351	0,43	
B	4	O	0,22		0,25	54	54	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	128	0,07	0,18	15	351	0,36	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						46						IFR =						0,46	
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						78						E Fr _{crit}						0,40	

Lampiran : 9 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 2 *Peak* Sore

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)
											Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C	
U	1	P	0.13		0.04	24	72	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.05	1.00	2.918	348	0.12	0.45	20	810	0.43	
S	2	P	0.09		0.13	72	24	6.00	3.600	0.83	0.93	1.00	1.00	1.04	1.00	2.890	376	0.13	0.49	22	883	0.43	
T	3	O	0.23		0.25	16	10	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	35	0.02	0.07	15	378	0.09	
B	4	O	0.28		0.21	10	16	3.00	2.300	0.83	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.814	28	0.02	0.06	15	378	0.07	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					37								IFR =	0,26		0,26			
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					72								E Fr _{crit}						

Lampiran : 10 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 2 *Peak* Sore

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = F _{Pririt}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat					Hanya tipe P						
								Ukuran Kota			Hambatan Samping	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
U	1	P	0,09		0,17	134	110	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	546	0,19	0,42	28	973	0,56
S	2	P	0,07		0,14	110	134	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	512	0,18	0,40	26	895	0,57
T	3	O	0,18		0,23	58	53	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	143	0,08	0,18	15	326	0,44
B	4	O	0,21		0,20	53	58	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	160	0,09	0,20	15	326	0,49
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			16	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					49								IFR = E F _{Pririt}	0,44	0,52			
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					84													

Lampiran : 11 SIG-IV Simpang Pulutan Usulan 3

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)						
			Semua Tipe pendekat					Hanya tipe P														
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Ukuran Kota	Hambatan Sampling	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
										Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So (10)	Fcs (11)	Fsf (12)	Fg (13)	Fp (14)	FRT (15)	FLT (16)	S (17)	Q (18)	Q/S (19)	IFR (20)	g (21)	C (22)	Q/C (23)
U	1	P	0,15		0,05	24	76	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	309	0,11	0,39	26	903	0,34
S	2	P	0,09		0,12	76	24	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	401	0,14	0,51	28	963	0,42
T	3	O	0,26		0,22	21	11	3,00	2.300	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1.814	51	0,03	0,10	15	324	0,16
B	4	O	0,25		0,16	11	21	3,00	2.300	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1.814	40	0,02	0,08	15	324	0,12
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						38							IFR =	0,27	0,26			
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						84							E F _{Fr_{crit}}					

Lampiran : 12 SIG-IV Simpang Kecandran Usulan 3

Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			Semua Tipe pendekat					Hanya tipe P															
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	Ukuran Kota		Hambatan Sampling	Kelan- daian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri									
			So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT		FLT	S	Q	Q/S	IFR	g								C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	1	P	0,10		0,17	127	102	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,05	1,00	2.918	494	0,17	0,37	26	903	0,55	
S	2	P	0,07		0,13	102	127	6,00	3.600	0,83	0,93	1,00	1,00	1,04	1,00	2.890	534	0,18	0,41	28	963	0,55	
T	3	O	0,15		0,22	66	55	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	185	0,10	0,22	15	326	0,57	
B	4	O	0,19		0,18	55	66	4,00	2.200	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.826	191	0,10	0,23	15	326	0,59	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			15	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						50							IFR =	0,45					0,56
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						84							E F _{Fr_{crit}}						

SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT



KARTU ASISTENSI

NAMA
NOTAR
PROGRAM STUDI

: Caesar Manda Buana
: 1902079
: D-III MTJ

DOSEN
SEMESTER
TAHUN AJARAN

: Bpk Sudirman Anggadi, MT
: Ibu Myimas Annika Aprilia, MSc
: VI
: 2022

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	1/07 2022	Sempurnakan PROPOSAL		1.	8/2022 7	Perbaiki BAB I, tatanaskah & balasan di BAB II 2) BAB I & II piket dibuat skema. 3) Apabila memungkinkan + hitungan ketidaksiapan Fajarlah (di-lampirkan sebagai pembantuan).	
2	8/7 2022.	Perbaiki BAB I dan BAB II		2.	26/2022 7	Perbaiki tata naskah BAB I - (II)	
3	15/7 2022	Sempurnakan analisis		3.	23/2022 7	Perbaikan koordinasi samping	
4	28/7 2022	Ditambahkan tabel ambar dan all red		4.	28/2022 7	Perbaiki tata naskah BAB IV	
5	1/8 2022	Ditambahkan tabel geometrik samping		5.	1/2022 8	Perbaiki tata naskah BAB V	