OPTIMALISASI SIMPANG KARANGBALONG DAN POS TINGKIR KOTA SALATIGA

KERTAS KERJA WAJIB

DIAJUKAN OLEH:

YOGA SATRIA PANGESTU

19.02.374

PROGRAM STUDI DIPLOMA III

MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

BEKASI

2022

OPTIMALISASI SIMPANG KARANGBALONG DAN POS TINGKIR KOTA SALATIGA

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Ahli Madya Pada Jurusan D III Manajemen
Transportasi Jalan
(A.Md.Tra)

PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

DIAJUKAN OLEH:

YOGA SATRIA PANGESTU

19.02.374

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

2022

LEMBAR PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB

OPTIMALISASI SIMPANG KARANG BALONG DAN POS TINGKIR DI JALAN TINGKIR RAYA KOTA SALATIGA

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

YOGA SATRIA PANGESTU

NOMOR TARUNA: 19.02.374

Telah Disetujui Oleh :

PEMBIMBING I

Drs. Aan Sunandar, M. M.

Tanggal : 02 Agustus 2022

PEMBIMBING II

Wisnu Handoko, S. E., M. Si.

Tanggal : 02 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB

OPTIMALISASI SIMPANG KARANG BALONG DAN POS TINGKIR DI JALAN TINGKIR RAYA KOTA SALATIGA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Progam Studi Diploma III

Oleh :

YOGA SATRIA PANGESTU

NOMOR TARUNA : 19.02.374

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 09 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing

Drs. Aan Sunandar, M. M. Tanggal : 09 Agustus 2022
NIP. 19611009 198203 1 003

Pembimbing

Wisnu Handoko, S. E, M. Si. Tanggal : 09 Agustus 2022
NIP. 19640306 199103 1 001

JURUSAN MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

POLITEKNIK TRASNPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

BEKASI, 2022

KERTAS KERJA WAJIB

OPTIMALISASI SIMPANG KARANG BALONG DAN POS TINGKIR DI JALAN TINGKIR RAYA KOTA SALATIGA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Progam Studi Diploma III

Oleh :

YOGA SATRIA PANGESTU

NOMOR TARUNA : 19.02.374

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 09 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

Penguji I **DRS. AAN SUNANDAR, M. M.** NIP. 19611009 198203 1 003	Penguji II **WISNU HANDOKO, S. E, M. SI.** NIP. 19640306 199103 1 001
Penguji III **KHUSNUL KHOTIMAH, M. T.** NIP. 19871231 200912 2 002	Penguji IV **ADITHYA PRAYOGA S, M. T.** NIP. 19880825 201012 1 003

MENGETAHUI,

KETUA PROGAM STUDI

MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

Rachmat Sadili, S. SiT, MT

NIP. 198402082006041001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : YOGA SATRIA PANGESTU
NOTAR : 1902374

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

OPTIMALISASI SIMPANG KARANGBALONG DAN POS TINGKIR DI KOTA SALATIGA

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi 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, 09 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

Yoga Satria Pangestu

Notar 1902374

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : YOGA SATRIA PANGESTU

NOTAR : 1902374

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

OPTIMALISASI SIMPANG KARANGBALONG DAN POS TINGKIR DI KOTA SALATIGA

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, 09 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

Yoga Satria Pangestu

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) dilakukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Ahli Muda pada progam studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan Politeknik Trasnportasi Darat – STTD. Tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, akan sulit bagi saya menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini seorang diri. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan Keluarga yang senantiasa mendukung dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib.
2. Bapak Ahmad Yani, A. TD, M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD besera Staf.
3. Bapak Rachmat Sadili, A. TD., M. T. selaku ketua Jurusan D-III Manajemen Transportasi Jalan beserta Dosen-dosen, yang telah memberi ilmu selama perkuliahan.
4. Bapak Drs. Aan Sunandar, M. M. dan Bapak Wisnu Handoko, M. M. sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan langsung dalam Menyusun penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
5. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Saya selaku penulis menyadari sepenuhnya bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat menjadi perbaikan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi smua pihak yang membutuhkannya.

Bekasi, Juli 2022

Penulis,

Yoga Satria Pangestu

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
LEMBAR PERSETUJUAN iii
KATA PENGANTAR vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI 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 3
1.3 Rumusan Masalah 3
1.4 Maksud Dan Tujuan 3
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Manfaat Penelitian 4
1.7 Sistematika Penulisan 5
BAB II GAMBARAN UMUM 6
2.1 Wilayah Administrasi 6
2.2 Geografis 9
2.3 Kondisi Transportasi 9
2.4 Kondisi Jalan 11
2.5 Kondisi Wilayah Kajian 14
2.6 Arah Pengembangan Transportasi 20
BAB III KAJIAN PUSTAKA 23
3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas 23
3.2 Persimpangan 29
3.3 Koordinasi Simpang 36
3.4 Keaslian Penulisan 39
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 41
4.1 Alur Pikir 41

4.2 Bagan Alir Penelitian 42
4.3 Teknik Pengumpulan Data 43
4.4 Teknik Analisa Data 45
BAB V PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA 53
5.1 Analisis Kinerja Eksisting Simpang 53
5.2 Analisis Penyebab Buruknya Kinerja 64
5.3 Analisis Perbaikan Kinerja 65
5.4 Perbandingan Skenario 80
5.5 Perkiraan Kinerja Simpang Karagnbalong dan Pos Tingkir 5 Tahun Kedepan 81
BAB VI PENUTUP 87
6.1 Kesimpulan 87
6.2 Saran 88
DAFTAR PUSTAKA 89
LAMPIRAN 91

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Jumlah Penduduk Berdasar Jenis Kelamin Tiap Kecamatan 8
Tabel II. 2 Luas Kelurahan dan Kecamatan Kota Salatiga 8
Tabel II. 3 Panjang Jalan Kota Salatiga Menrut Perkerasan Jalan Tahun 2017-2021 (km) 13
Tabel II. 4 Panjang Jalan Kota Salatiga Menurut Kondisi Jalan Tahun 2017-2021 (km) 13

Tabel V. 1 Data Geometrk dan Arus Jenuh Simpang Karangbalong 54
Tabel V. 2 Data CTMC Simpang Karangbalong Pagi 55
Tabel V. 3 Data CTMC Simpang Karangbalong Siang 55
Tabel V. 4 Data CTMC Simpang Karangbalong Sore 55
Tabel V. 5 Derajat Kejenuhan Simpang Karangbalong 56
Tabel V. 6 Data Panjang Antrian Simpang Karangbalong 57
Tabel V. 7 Data Tundaan Simpang Karangbalong 58
Tabel V. 8 Data Geometrik dan Arus Jenuh Simpang Pos Tingkir 59
Tabel V. 9 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Pagi 60
Tabel V. 10 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Siang 60
Tabel V. 11 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Sore 60
Tabel V. 12 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Pos Tingkir 61
Tabel V. 13 Tabel Panjang Antrian Simpang Pos Tingkir 63
Tabel V. 14 Tabel Tundaan Simpang Pos Tingkir 63
Tabel V. 15 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Karangbalong 66
Tabel V. 16 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Pos Tingkir 68
Tabel V. 17 Tabel Derajat Kejenuhan, Antrian, dan Tundaan Hasil Optimalisasi 70
Tabel V. 18 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Karangbalong 71
Tabel V. 19 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Pos Tingkir 72
Tabel V. 20 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Karangbalong 73
Tabel V. 21 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Pos Tingkir 74
Tabel V. 22 Waktu Siklus Optimalisasi 2 Fase Simpagn Pos Tingkir 75
Tabel V. 23 Waktu Siklus Optimalisasi Koordinasi Simpang Pos Tingkir 76
Tabel V. 24 Waktu Siklus Penyesuaian Peak Pagi 76
Tabel V. 25 Waktu Siklus Optimalisasi 2 Fase Simpang Pos Tingkir 78
Tabel V. 26 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Pos Tingkir Peak Sore 78
Tabel V. 27 Waktu Siklus Penyesuaian Peak Sore 79
Tabel V. 28 Tabel Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan setelah Optimalisasi 80
Tabel V. 29 Tabel Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Koordinasi 80
Tabel V. 30 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Setelah Optimalsisasi 81
Tabel V. 31 Tabel Pertumbuhan Kendaraan Kota Salatiga Tahun 2017-2021 81
Tabel V. 32 Volume Lalu Lintas Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang 82

Tabel V. 33 Volume Lalu Lintas Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang 82
Tabel V. 34 Tabel Arus Jenuh Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang 82
Tabel V. 35 Tabel Arus Jenuh Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang 83
Tabel V. 36 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang 83
Tabel V. 37 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang 84
Tabel V. 38 Tabel Antrian Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang 84
Tabel V. 39 Tabel Antrian Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang..... 85
Tabel V. 40 Tabel Tundaan Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang 85
Tabel V. 41 Tabel TundaanSimpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang 86
Tabel V. 42 Tabel Kinerja Koordinasi 5 Tahu Mendatang 86

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kota Salatiga 7
Gambar II. 2 Peta Jaringan Jalan Berdasarkan Fungsi Kota Salatiga 12
Gambar II. 3 Lokasi Simpang Karangbalog dan Pos Tingkir melalui Citra Satelit 14
Gambar II. 4 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir 15
Gambar II. 5 Visualisasi Simpang Pos Tingkir 16
Gambar II. 6 Gambar Geometrik Simpang Pos Tingkir 17
Gambar II. 7 Fase Pada Simpang Pos Tingkir 17
Gambar II. 8 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir 17
Gambar II. 9 Visualisasi Simpang Karangbalong 18
Gambar II. 10 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong 19
Gambar II. 11 Fase Sinyal Pada Simpang Karangbalong 19
Gambar II. 12 Diagram Fase Simpang Karangbalong 20
Gambar III. 1 Kriteria penentuan pengaturan persimpangan 31
Gambar III. 2 Diverging (Berpencar) 32
Gambar III. 3 Merging (Menggabung) 32
Gambar III. 4 Crossing (Berpotongan) 33
Gambar III. 5 Weaving (Menggabung lalu berpencar) 33
Gambar III. 6 3 Fase pada Simpang 3 34
Gambar III. 7 Prinsip Koordinasi Sinyal dan Greenwave 38
Gambar III. 8 Offset dan Bandwith dalam Diagram Koordinasi 39
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian 42
Gambar IV. 2 Diagram Arus Jenuh Dasar (So) 46
Gambar IV. 3 Diagram Arus Jenuh Dasar (So) Terlawan 46
Gambar IV. 4 Faktor Penyesuaian Kota (Fcs) 47
Gambar IV. 5 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan (Fsf) 47
Gambar IV. 6 Faktor Penyesuaian Kelandaian (Fg) 47
Gambar IV. 7 Faktor Koreksi Parkir 48
Gambar V. 1 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong 53
Gambar V. 2 Gambaar Geometrik Simpang Pos Tingkir 59
Gambar V. 3 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Pagi . 67
Gambar V. 4 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Siang 67
Gambar V. 5 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Sore . 68
Gambar V. 6 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Pagi 69
Gambar V. 7 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Siang 69
Gambar V. 8 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Sore 69
Gambar V. 9 Diagram Offset Peak Pagi 77
Gambar V. 10 Diagram Offset Peak Sore 79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Pagi 91
Lampiran 2 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Siang 91
Lampiran 3 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Sore 92
Lampiran 4 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Pagi 92
Lampiran 5 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Siang 93
Lampiran 6 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Sore 93
Lampiran 7 Lembar Asistensi 94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simpang merupakan titik temu arus lalu lintas dari dua atau lebih ruas jalan yang saling berpotongan. Pada simpang terdapat titik konflik lalu lintas karena perbedaan arah arus lalu lintas. Konflik lalulintas ini menyebabkan terhambatnya waktu perjalanan hingga terjadinya kecelakaan, dimana berakibat kinerja simpang memburuk. Untuk menghindari terjadinya konflik lalu lintas diperlukan pendekatan dan penyelesaian dengan perancanaan, desain, dan manajemen transportasi pada simpang.

Pengertian simpang menurut Departemen Perhubungan Direktorat Jendral Perhubungan Darat (1996) adalah simpul jaringan jalan dimana lebih dari satu jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Persimpangan jalan merupakan bagian penting jalan dimana terdapat ruas jalan yang bertemu arus lalu lintas berpotongan menggunakan ruas jalan bersamaan (Muvidah Asa, 2019) . Persimpangan dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap pengguna jalan yang akan menggunakannya, maka diperlukan perancangan dengan hati-hati, serta mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan perjalanan, biaya operasi, dan kapasitas pergerakan lalulintas dapat ditangani sesuai jenis simpang yang dibutuhkan (C. Jotin Khisty, 2003). Untuk mendapatkan kelancaran pegerakan dapat dilakukan dengan menghilangkan konflik yang terjadi. Penghilangan konflik bisa melalui pengaturan pergerakan yang terjadi pada persimpangan. Pengaturan pergerakan simpang dapat menggunakan lampu isyarat lalulintas. Meski telah diatur, namun keberadaan simpang yang berdekatan dapat menimbulkan permasalahan.

Kota Salatiga merupakan kota yang terletak di jalur transportasi Jawa Tengah tepatnya diantara Kota Semarang dan Kota Surakarta, sehingga memiliki lokasi yang setrategis. Kota salatiga dapat menjadi kota transit pelaku perjalanan dari Semarang menuju Surakarta

maupun sebaliknya. Dengan potensi adanya kegiatan perpindahan dengan kendaraan yang besar, maka Kota Salatiga memasang system ATCS (*Area Traffic Controll Signal*) untuk membantu pengaturan lalu lintas pada persimpangan. Dalam RTRW Kota Salatiga 2010-2030 kelurahan tingkir tengah direncanakan menjadi kawasan lingkungan dengan dasar pemukiman, sehingga menjadi bangkitan transportasi yang besar.

Salah satunya pada jalan Tingkir Raya yang berlokasi di Kelurahan Tingkir Tengah dimana jalan tersebut menjadi akses utama dari kawasan pemukiman menuju kawasan industri di Kota Salatiga maupun luar Kota Salatiga serta terdapat exit toll Salatiga, menyebabkan arus lalulintas tinggi. Pada ruas jalan Tingkir Raya terdapat dua simpang yang berdekatan, yaitu Simpang 4 Karangbalong dan Simpang 4 Pos Tingkir dengan derajat kejenuhan tinggi, antrian yang panjang, dan tundaan yang lama serta pengendalian belum terkoordinasi. Diperlukan pengaturan simpang yang terkoordinasi dengan konsep greenwave untuk menurunkan derajat kejenuhan, mengurangi panjang antrian, dan mengurangi watu tundaan. Simpang 4 Karangbalong berjarak 250 meter dengan Simpang 4 Pos Tingkir. Derajat Kejenuhan pada simpang 4 Karangbalong 0,43 dan simpang 4 Pos Tingkir 0,68. Panjang antrian rata-rata simpang 4 Karangbalong 41,98 m dengan antrian terpanjang pada pendekat timur sebesar 81,15 m dan simpang 4 Pos Tingkir 38,57 m dengan antrian terpanjang berada pada pendekat timur dengan panjang 58,67 m. Tundaan rata-rata pada simpang 4 Karangbalong 38,69 det/smp (LOS "D") dan simpang 4 Pos Tingkir 61,13 det/smp (LOS "F"). Dengan panjang antrian, derajat kejenuhan, dan lama tundaan rata-rata pada simpang bersinyal tersebut perlu adanya optimalisasi secara terisolasi (tidak terkoordinasi) dan dengan koordinasi simpang menggunakan konsep *Greenwave* (Sistem Optimasi, Koordinasi Konsep *Greenwave* Persimpangan). Dari masalah diatas dilakukan analisis tiap simpang, apakah tipe APILL saat ini sesuai atau belum yang dilanjutkan optimalisasi sipang secara terisolasi dan terkoordinasi. Manajemen dan rekayasa lalulintas dengan judul :

"**Optimalisasi Simpang Karang Balong Dan Pos Tingkir Pada Ruas Jalan Tingkir Raya di Kota Salatiga"**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasar Latar Belakang diatas, dapat diiidentifikasikan masalah sebagai berikut :

1. Simpang Karangbalong merupakan simpang bersinyal dengan derajat kejenuhan sebesar 0,43, panjang antrian rata-rata 41,98 meter dimana antrian terpanjang di pendekat timur sepanjang 81,15 meter, dan tundaan sebesar 38,69 det/smp dengan LOS "D".
2. Simpang Pos Tingkir merupakan simpang bersinyal dengan derajat kejenuhan sebesar 0,68 det/smp, antrian rata-rata 38,57 meter dimana pendekat timur memiliki antrian terpanjang sebesar 58,67 meter, dan tundaan sebesar 67 det/smp dengan LOS "F"
3. Dengan jarak 250 meter dua simpang diatas belum terkoordinasi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasar identifikasi masalah yang telah disebutkan, maka dapat dirumuskan permaslahannya sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja eksisting simpang karangbalong dan pos tingkir ?
2. Bagaimana rekomendasi pemecahan masalah dari penulis untuk Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir?
3. Bagaimana perbandingan kinerja Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir dalam keadaan eksisting dengan keadaan usulan?

1.4 Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib ini untuk menunjukan kinerja simpang 4 Karangbalong dan simpang 4 Pos Tingkir sebelum dan sesudah pengoptimasi maupun koordinasi pengaturan sinyal.

Tujuan penulisan kertas kerja wajib adalah :

a. Mengetahui kinerja eksisting simpang 4 Karangbalong dan simpang 4 Pos Tingkir.

b. Mengetahui kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi terisolasi dan terkoordinasi.
c. Mengetahui perbandingan kinerja setelah dilakukan optimalisasi terisolasi dan terkoordinasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah berguna memfokuskan pembahasan asalah dalam penelitian ini. Bahasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Wilayah yang dikaji adalah simpang 4 Karangbalong dan simpang 4 Pos Tingkir
2. Metode perhitungan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (*MKJI 1997*) dan *Trial and Error*.
3. Kajian hanya mencakup analisa derajat kejenuhan, waktu siklus, antrian, dan tundaan setelah dilakukan koordinsi persimpangan.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan kinerja Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir sehingga meningkatkan keselamatan dan waktu perjalanan berkurang saat melalui kedua simpang.
2. Mengurangi antrian, tundaan, dan waktu perjalanan di Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir.
3. Memberikan analisa terbaik sebagai usulan untuk Dinas Perhubungan Kota Salatiga.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk Memudahkan pemahaman dan penulisan, penelitian ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, maksud, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, keaslian penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II GAMBARAN UMUM

Bab ini berisi gambaran Kota Salatiga secara umum mengenai wilayah administrasi, kondisi lalu lintas, dan karakteristik lokasi studi yang dijadikan materi penelitian serta perumusan masalah.

BAB III KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan mengenai aspek legalitas, aspek teoritis, dan *study litelature.*

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data serta pengolahannya dijelaskan pada bab ini.

BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Pada bab ini berisi pegolahan dan analisis data dari hasil survei maupun data sekundr serta usulan penyelesaian masalah.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini meenimpulkan hasil analisis dan usulan yang diajukan mengenai masalah yang dijadikan topik penelitian.

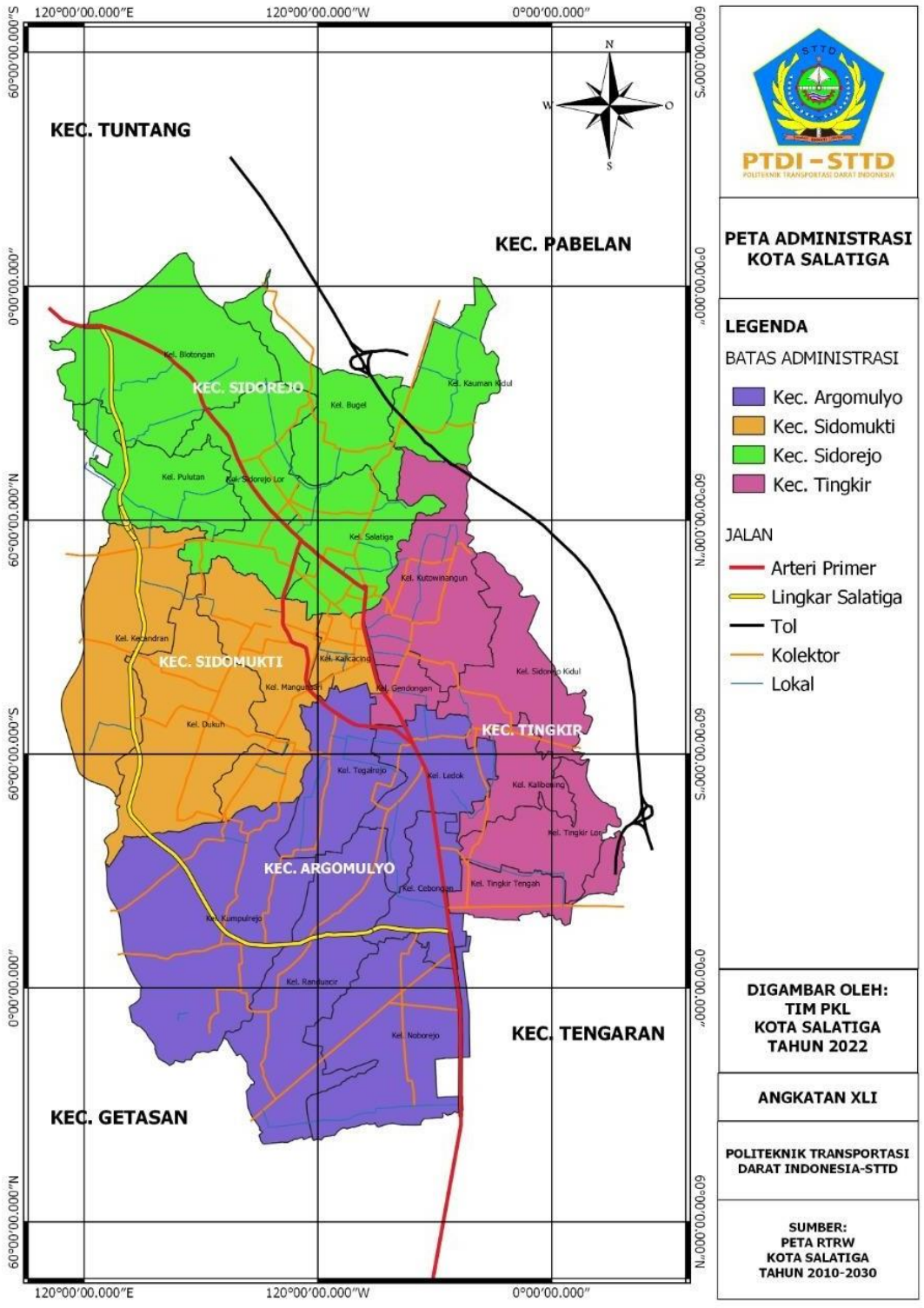
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Wilayah Administrasi

Kota Salatiga secara administrative ddibagi menjadi 4 kecamatan dan 23 kelurahan dengan status seluruhnya perkotaan. Kecamatan paling luas berada di Kecamatan argomulyo dengan luas 18.526 km^2. Kecamatan dengan luas terkecil berada di Kecamatan Tingkir dengan luas 10.549km^2. Kota Salatiga menjadi tempat tinggal bagi 196.440 jiwa (sumber : Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, 2021). Kota Salatiga sendiri terdapat terminal tipe A yaitu Terminal Pos Tingkir yang menjadi gerbang masuk atau keluar Kota Salatiga. Terminal Pos Tingkir juga berdekatan dengan Exit Tol Salatiga. Wilayah Kota Salatiga berbatasan dengan wilayah Kabupaten Semarang pada semua arah.

1. Sebelah Utara:
    a. Kecamatan Pabelan (Desa Pabelan dan Desa Pejaten)
    b. Kecamatan Tuntang (Desa Kesongo dan Desa Watu Agung)
2. Sebelah Selatan:
    a. Kecamatan Getasan (Desa Sumogawe, Desa Samirono dan Desa Jetak)
    b. Kecamatan Tengaran (Desa Patemon dan Desa Karang Duren)
3. Sebelah timur:
    a. Kecamatan Pabelan (Desa Ujung-ujung, Desa Sukoharjo dan Desa Glawan)
    b. Kecamatan Tengaran (Desa Bener, Desa Tegal Waton dan Desa Nyamat)
4. Sebelah barat:
    a. Kecamatan Tuntang (Desa Candirejo, Desa Jombor, Desa Sraten dan Desa Gedangan)
    b. Kecamatan Getasan (Desa Polobogo)



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kota Salatiga

Tabel II. 1 Jumlah Penduduk Berdasar Jenis Kelamin Tiap Kecamatan

No	Kecamatan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Sex Ratio
1	Argomulyo	25.172	25.092	50.264	100,31
2	Tingkir	23.093	23.745	46.838	97,25
3	Sidomukti	22.299	22.755	45.054	97,99
4	Sidorejo	26.818	27.466	54.284	97,64
	Jumlah	97.382	99.058	196.440	98,30

Sumber : Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Salatiga 2021

Berikut table luas kelurahan dan kecamatan di Kota Salatiga menurut Badan Pusat Statistika pada tahun 2021:

Tabel II. 2 Luas Kelurahan dan Kecamatan Kota Salatiga

No	Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah (Km^2)
1.	Argomulyo	Noborejo	3,322
		Cebongan	1,381
		Randuacir	3,776
		Ledok	1,873
		Tegalrejo	1,884
		Kumpulrejo	6,290
		Jumlah	**18,526**
2.	Tingkir	Tingkir Tengah	1,378
		Tingkir Lor	1,773
		Kalibening	0,996
		Sidorejo Kidul	2,775
		Gendongan	0,689
		Kutowinangun Kidul	1,020
		Kutowinangun Lor	1,918
		Jumlah	**10,549**
3.	Sidomukti	Kecandran	3,992
		Dukuh	3,772
		Mangunsari	2,908
		Kalicacing	0,787
		Jumlah	**11,459**

No	Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah (Km^2)
4.	Sidorejo	Pulutan	2,371
		Blotongan	4,238
		Sidorejo Lor	2,716
		Salatiga	2,020
		Bugel	2,944
		Kauman Kidul	1,958
		Jumlah	**16,247**

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Salatiga 2021

2.2 Geografis

Luas wilayah Kota Salatiga adalah 6678,11 Ha atau 56781 km^2. Kota Salatiga terletak diantara 007.17'.17º hingga 007.17'.23º Lintang Selatan dan diantara 110.27'.56,81º hingga 110.32'.4,64º Bujur Timur. Kota Salatiga memiliki 3 relief berupa daerah bergelombang sekitar 65%, daerah miring sekitar 25%, dan daerah datar sekitar 10%. Relief Kota Salatiga deipengaruhi oleh letak geografisnya yang berada di cekungan kaki gunung Merbabu serta dikelilingi oleh gunung-gunung kecil seperti gunung Telomoyo, Gajah Mungkur, dan Payung Rong . Dengan letaknya berada di tengah kabupaten semarang batas administrasi Kota Salatiga berbatasan langsung dengan 4 Kecamatan di Kabupaten Semarang.

Batas Utara : Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tuntang.
Batas Timur : Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tengaran.
Batas Selatan : Kecamatan Tengaran dan Kecamatan Getasan.
Batas Barat : Kecamatan Getasan dan Kecamatan Tuntang.

2.3 Kondisi Transportasi

Morlok (1987) menuturkan terdapat 3 jenis pola jaringan jalan yaitu jari-jari(radial), melingkar (ring), dan kisi-kisi (grid iron). Melihat pola jalan yang terbentuk dari jalan arteri dan kolektor di Kota Salatiga menunjukan bentuk pola jaringan jalan jari-jari(radial) dan ring.

Dengan pola jalan radial dan ring, menyebabkan akumulasi jalan menuju pusat kota (CBD).

Transportasi merupakan bagian penting dalam perkembangan ekonomi. Berdasar Laporan Akhir Penyusunan Rencana Induk Jalan Kota Salatiga (2016), Salatiga sebagai penghubung Pusat Kegiatan Nasional antara Kota Surakarta di sebelah selatan dan Kota Semarang di utara. Berdasarkan kebijakan pembangunan Provinsi Jawa Tengah, Kota Salatiga masuk dalam wilayah pembangunan I yang befokus pada perdagangan, pariwisata, industri, dan transportasi. Dengan posisi Kota Salatiga diantara jalur regional Kota Semarang dan Surakarta maka sistem transportasi darat secara umum dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Transporasi eksternal yang dilalui angkutan antar kota melalui jalan arteri primer Semarang-Solo, jalan kolektor sekunder Salatiga-Ambarawa, dan jalan kolektor Salatiga-Magelang.
2. Transportasi internal yang melayani perjalanan masyarakat dalam wilayah Kota Salatiga.

Pada Laporan Akhir Kajian Ketinggian Perkerasan Jalan di Kota Salatiga (2020), panjang jalan di Kota Salatiga mencapai 337,47 kilometer. Jalan di kota salatiga didominasi oleh perkerasan aspal dengan panjang 306,875 kilometer. Panjang jalan dengan kondisi baik adalah 292,477 kilometer, kondisi sedang 12,636 kilometer, kondisi rusak 30,77 kilometer, dan rusak berat 1,588 kilometer. Berdasar status jalan, Salatiga dilalui oleh jalan arteri primer, jalan arteri sekunder, jalan kolektor primer, dan jalan kolektor sekunder.

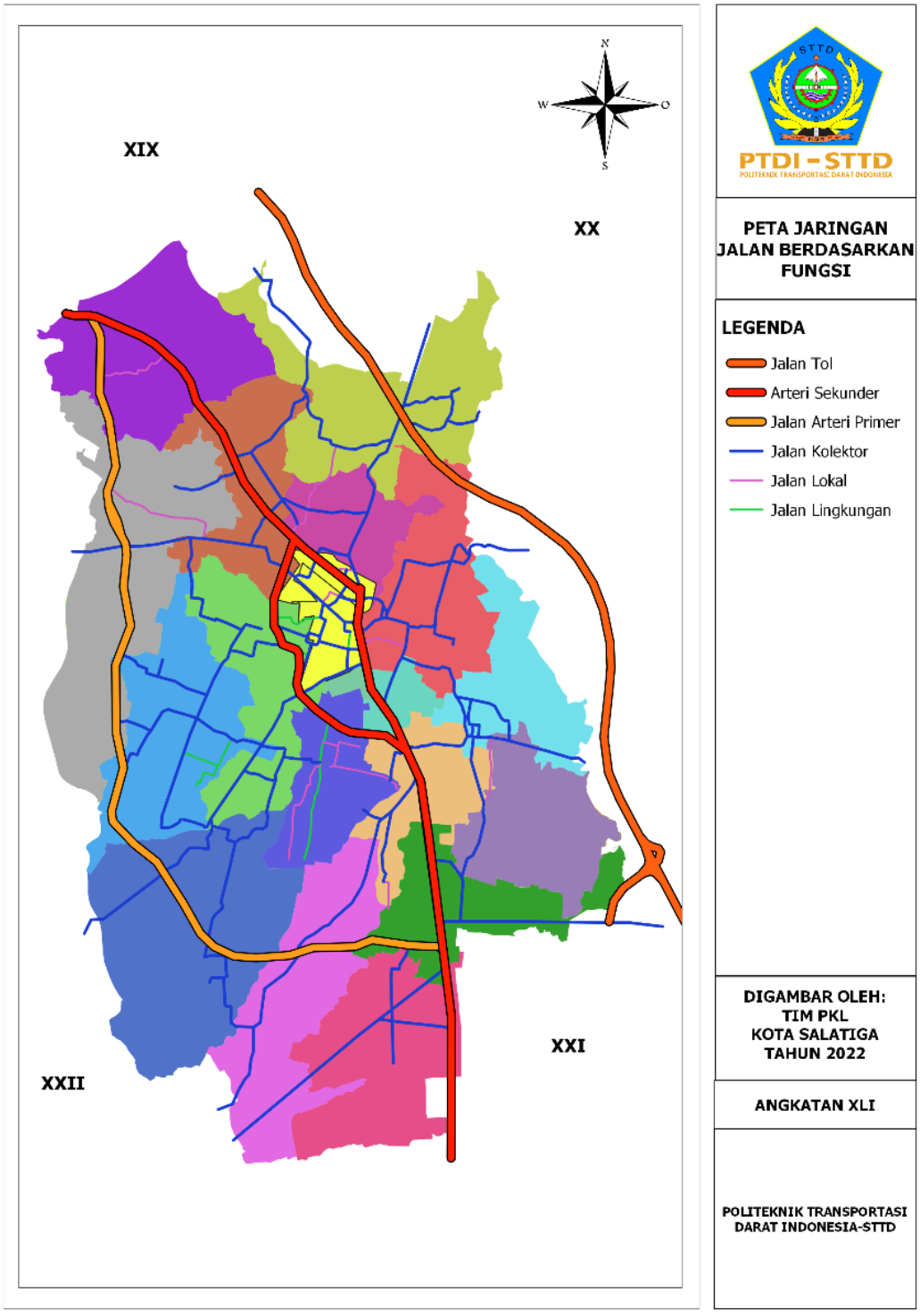
Dengan luas wilayah 56.781 km^2, Kota Salatiga dilayani oleh 17 angkutan perkotaan dimana 15 trayek masih aktif. Selain angkutan perkotaan. Kota Salatiga dilalui oleh angkutan antar kota Solo-Semarang dan Salatiga-Magelang. Salatiga memiliki dua terminal, pertamla Terminal Tipe A Pos Tingkir dan Terminal Tipe C Tamansari,

sehingga mampu melayani angkutan AKAP, AKDP, Angkot, dan Angkudes.

2.4 Kondisi Jalan

Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga tahun 2021, panjang ruas jalan Kota Salatiga adalah 337,471km. Dari 337,471 km jalan di Kota Salatiga 300,30 km diperkeras menggunakan aspal dan 35,43 km diperkeras dengan beton. Jalan Kota Salatiga dengan kondisi baik sepanjang 275,66 km, kondisi sedang 40,37 km, kondisi rusak 19,585 km, dan kondisi ruask berat sepanjang 1,84 km.

Menurut statusnya jalan di Kota Salatiga dibedakan menjadi jalan nasional dan jalan kota. Berasarkan fungsi jalan, Kota Salatiga terbagi menjadi 4 jenis yaitu jalan arteri sekundr, jalan kolektor sekunder, jalan local sekunder, dan jalan lingkungan sekunder. Kota Salatiga dilalui jalan provinsi yang menghubungkan dua kota besar yaitu Semarang dan Surakarta, dengan pengelolaan jalan dilakukan oleh negara melaluti BPTD Jawa Tengah. Berdasar "Kajian Ketinggian dan Perkerasan Jalan Kota"(2020) terdapat perbedaan geometric antara jalan sisi kiri dan kanan jalan serta posisi tataguna lahan yang semakin rendah dari jalan. Akibat dari permasalahan geometric jalan yang ekstrim membuat masyarakat terdampak masalah yang timbul. Rata-rata bagian sis kiri jalan memiliki elevasi 14 cm dari tata guna lahan sekitarnya dan sisi kanan 11 cm. untu perkerasan hamper seluruh perkerasan ruas di Kota Salatiga adalah aspal dan beberapa ruas menggunakan perkerasan beton.



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 2 Peta Jaringan Jalan Berdasarkan Fungsi Kota Salatiga

Berikut table panjang jalan Kota Satalatiga menurut perkerasannya berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga tahun 2017-2021 :

Tabel II. 3 Panjang Jalan Kota Salatiga Menrut Perkerasan Jalan Tahun 2017-2021 (km)

Jenis Permukaan	2017	2018	2019	2020	2021
Aspal	306,553	310,116	306,909	299,075	300,297
Rigid/Beton	-	27,355	30,277	38,061	35,425
Kerikil	-	-	-	-	0,722
Tanah	0,241	-	0,335	0,335	1,027
Lainnya	30,677	-	-	-	-
Jumlah	337,460	337,471	337,471	337,471	337,471

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga 2017-2021

Berikut table panjang jalan Kota Satalatiga menurut kondisinya berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga tahun 2017-2021 :

Tabel II. 4 Panjang Jalan Kota Salatiga Menurut Kondisi Jalan Tahun 2017-2021 (km)

Kondisi Jalan	2017	2018	2019	2020	2021
Baik	287,992	310,116	242,153	290,294	275,666
Sedang	16,980	27,355	50,043	25,201	40,371
Rusak	29,919	-	43,327	21,407	19,585
Rusak Berat	2,580	-	1,948	0,569	1,849
Jumlah	337,471	337,471	337,471	337,471	337,471

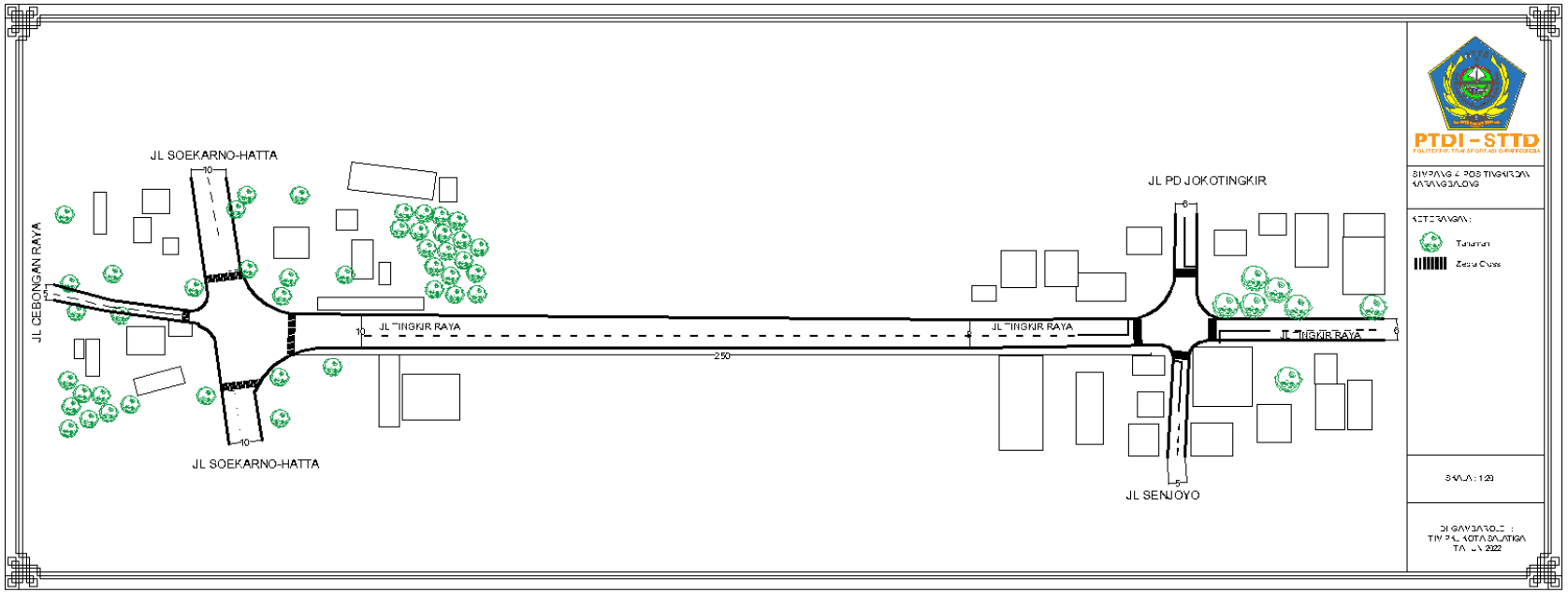
Sumber : Dinas Perhubungan Kota Salatiga

2.5 Kondisi Wilayah Kajian

Simpang Pos Tingkir dan Simpang Karanbalong terletak di Kelurahan Tingkir Tengah, Kecamatan Tingkir, Kota Salatiga. Simpang Pos Tingkir dan Simpang Karang balong berada di Jalan Tingkir Raya, kedua simpang tersebut berjarak sekitar 250 meter. Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir berjenis simpang empat bersinyal. Kaki barat dan timur Simpang Karangbalong adalah Jalan Tingkir Raya, kaki utara Jalan Pd. Joko Tingkir, kaki selatan Jalan Senjoyo. Kaki timur Simpang Pos Tingkir adalah Jalan Tingkir Raya, kaki barat Jalan Cebongan Raya, kaki utara dan selatan adalah Jalan Soekarno-Hatta. Simpang Karangbalong merupakan akses utama dari Kecamatan Tengaran menuju Kota Salatiga. Simpang Pos Tingkir merupakan simpang yang cukup ramai dilalui oleh kendaraan ringan dan berat yang didominasi kendaraan bus AKAP.

Sumber : Citra Satelit Google Maps

Gambar II. 3 Lokasi Simpang Karangbalog dan Pos Tingkir melalui Citra Satelit



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 4 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir

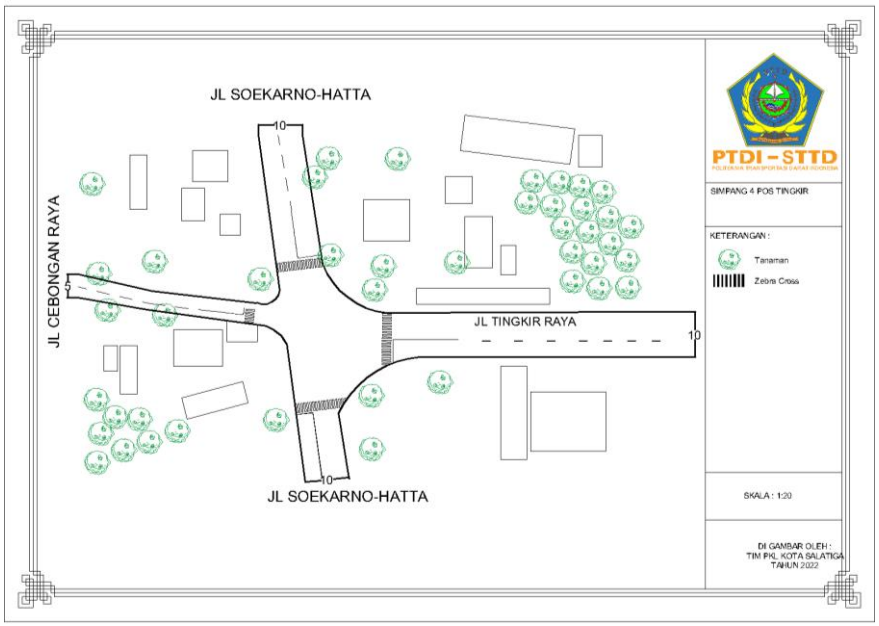
1. Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir memiliki tata guna lahan terminal tipe a dan pertokoan. Pada kaki timur dan selatan terdapat akses keluar-masuk kendaraan ke Terminal Tipe A Pos Tingkir. Simpang ini dikendalikan menggunakan APILL. Kendaraan berat yang akan menuju Kota Semarang dan Surakarta akan melalui Simpang Pos Tingkir. Pada saat jam sibuk lalu lintas Simpang Pos Tingkir akan cukup tinggi.

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 5 Visualisasi Simpang Pos Tingkir

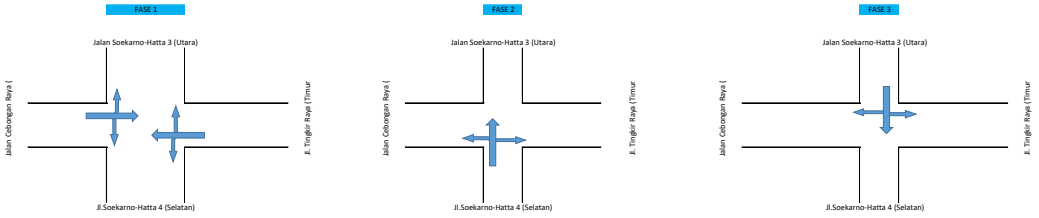
Berikut merupakan gambar penampang melintang dari Simpang Pos Tingkir :



Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 6 Gambar Geometrik Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir memiliki 3 fse dengan rentang waktu hijau antara 20-35 detik, dimana fase pertama 20 detik, kedua 35 detik, dan ketiga 35 detik. Untuk waktu merah fase pertama 82 detik, kedua 67 detik, dan ketiga 67 detik. Berikut gambar diagram fase dari Simpang Pos Tingkir :



Gambar II. 7 Fase Pada Simpang Pos Tingkir

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL	SIKLUS TOTAL /DETIK
Jalan Cebongan Raya (Barat)	1	20 3 2 2	105
Jalan Soekarno-Hatta 3 (Utara)	3	35 3 2 2	105
JI. Tingkir Raya (Timur)	1	20 3 2 2	105
JI.Soekarno-Hatta 4 (Selatan)	2	2 35 3 2	105

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 8 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir

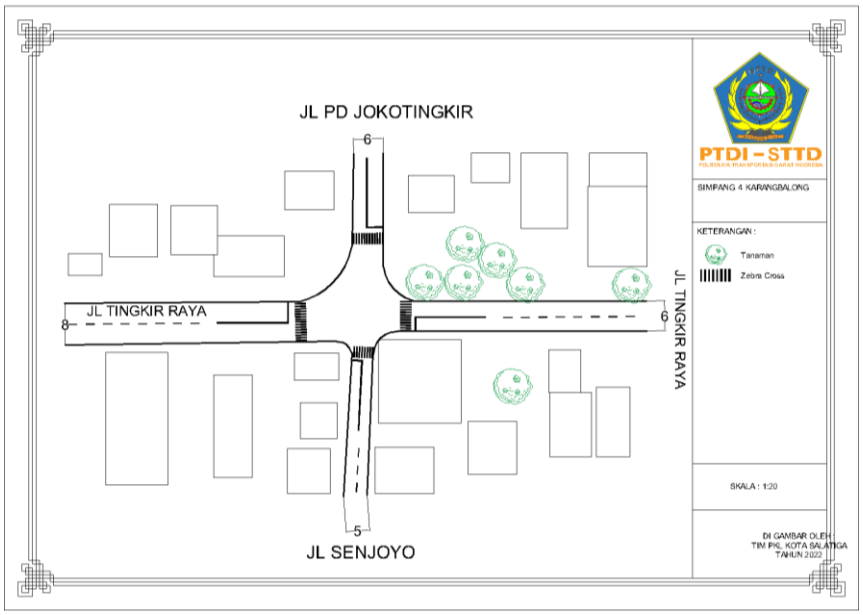
2. Simpang Karangbalong

Simpang Karangbalong merupakan simpang empat yang dikendalikan menggunakan APILL. Tata guna lahan pada Simpang Karangbalong didominasi oleh pertokoan dan pemukiman. Simpang Karangbalong merupakan akses menuju exit tol. Selain akses menuju exit tol Salatiga, Simpang Karangbalong merupakan akses masuk Kota Salatiga dimana terdapat pusat industri di selatan Kota Salatiga dan kegiata ekonomi serta pendidikan di pusat Kota Salatiga. Dengan menjadi akses utama masyarakat memasuki Kota Salatiga dan sebagai perlintasan menuju Kota Semarang maupun Surakarta dari wilayah timur Kabupaten Semarang, lalu lintas pada Simpang Karangbalong cukup tinggi terutama saat jam sibuk pagi dan sore hari.

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 9 Visualisasi Simpang Karangbalong

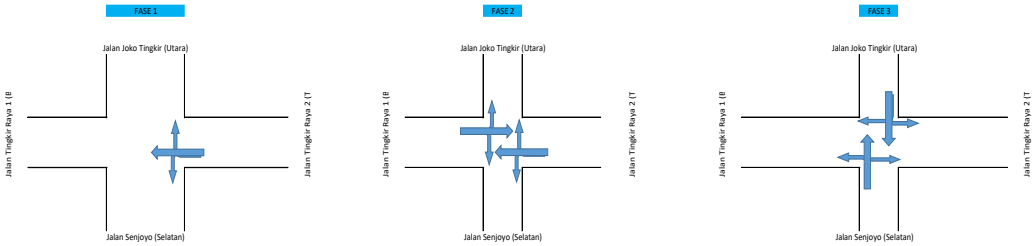
Berikut adalah gambar penampang melintang dari Simpang Karanbalong :



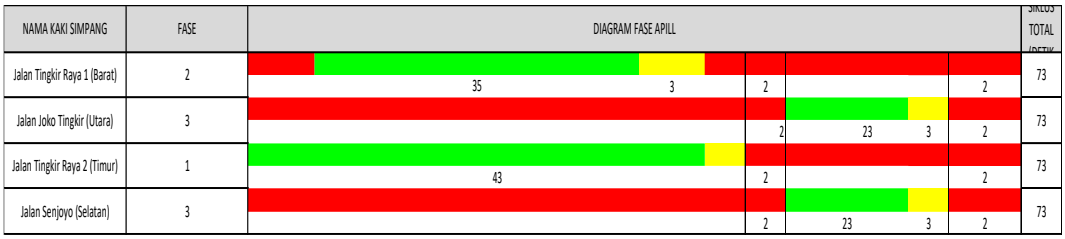
Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 10 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong

Simpang Karangbalong memiliki 3 fase terlawan dengan waktu hijau berbeda antara 23-43 detik dan waktu siklus 73 detik. Waktu hijau siklus pertama adalah 43 detik, siklus kedua 35 detik, dan siklus ketiga 23 detik. Waktu merah siklus pertama 27 detik, siklus kedua 35 detik, dan siklus ketiga 47 detik. Berikut gambar diagram fase dari Simpang Karangbalong :



Gambar II. 11 Fase Sinyal Pada Simpang Karangbalong



Sumber : Hasil Analisi Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar II. 12 Diagram Fase Simpang Karangbalong

2.6 Arah Pengembangan Transportasi

Pengembangan jaringan transportasi di masa mendatang menggunakan beberapa prinsip dasar yaitu hirarkis, geografis, ekonomis, dan mendukung pengembangan wilayah. Pengembangan transportasi Kota Salatiga selain untuk memenuhi kebutuhan dan perkembangan trnsportasi Kota Salatiga juga menduung pengembangan transportasi skala lebih besar serta menjadi bagian dari Provinsi Jawa Tengah maupun Negara Kesatuan Republik Indonesia. Pelayanan ttransportasi antar moda harus mampu memberikan pelayanan yang berkesinambungan, tepat waktu, dan dapat memberikan pelayanan dari pint uke pintu (door to door service).

1. Pengembangan Jaringan Jalan
   a. Sistem Jaringan Jalan

      System jaringan jtransportasi darat di Kota Salatiga berupa jaringan lalu lintas dan angkutan jalan, yang terdiri dari jaringan jalan, jaringan prasarana dan pelayanan system jaringan lalu lintas dan angkutan jalan.rencana ini dilakukan melalui peningkatan fungsi jaringan jalan dan pembangunan jaringan jalan baru sesuai dengan kebutuhan pengembangan untuk menunjang perwujduan struktur ruang. Peningkatan fungsi jaringan jalan dapat dialkukan dengan peingkatan fungsi, status, maupun kelas jalan, serta kegiatan rehabilitasi atau pemeliharaan jalan. Pembangunan jaringan jalan dilakukan di ruas jalan yang masih belum terhubung, untuk mendukung pengembangan pusat-pusat kegiatan dalam system perkotaan

Kota Salatiga demi mewujudkan struktur ruang wilayah kota yang optimal.

Merujuk pada Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004, system jaringan jalan terdiri atas system jaringan jalan primer dan system jaringan jalan sekundr. Berdasarkan kebijakan pada Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 pengembangan jaringan jalan di Kota Salatiga yaitu pengembangan jaringan jalan penghubung antar kegiatan, meliputi :

1. Jalan arteri primer diarahkan untuk melayani pergerakan antar kota antar provinsi;
2. Jalan kolektor primer dikembangkan u;ntuk menghubungkan antar kota dalam provinsi
3. Jalan lokal primer dikembangkan untuk menghubungkan antar kota dalam kota/kabupaten.

b. Terminal

Jaringan prasarana lalu lintas dan angkutan jalan di Kota Salatiga berupa terminal. Terminal merupakan tempat melakukan pergantian moda transportasi angkutan umum (angkot) ke ankutan umum (Bus) atau dari kendaraan pribadi ke angkutan umum. Berdasar penentuan dan persyaratan tipe terminal yang sesuai dengan perauran dankondisi eksisting saat ini, maka teminal di Kota Salatiga sebagai berikut

Kota Salatiga memiliki 2 terminal yaitu

1. Termina Tipe A Pos Tingkir
2. Terminal Tipe C Tamansari

c. Jaringan Trayek Angkutan Penumpang

Untuk mendukung sarana angkutan, di Kota Salatiga dikembangkan angkutan umum yang melayani sampai dengan tingkat ranting dan menginduk pada trayek utama maupun cabang. Untuk angkutan bus AKAP satu-satunya perjalanan dari koridor Solo-Jakarta. Untuk jaringan yang dilalui bus AKAP pada jaringan jalan yang dilalui Solo-Salatiga-Semarang-Jakarta. Sedangkan untuk bus AKDP yang melayani di wilayah

Kota Salatiga sebanyak 10 trayek dengan 113 armada. Selain AKAP dan AKDP, Kota Salatiga juga dilayani oleh angkotan perkotaan berupa mobil plat kuning dan hitam. Mobil angkutan perkotaan biasanya berada di terminal dan pasar. Jummlah angkutan perkotaan di Kota Salatiga sebanyak 421 armada dengan 17 trayek dimana saat ini hanya 13 trayek aktif.

2. Pengembangan Jalur Lambat

Kota Salatiga yang cukup kondusif untuk dikembangkan sebagai transportasi non motorized dalam hal ini lebih diarahkan pengembangan angkutan sepeda. Pengembangan angkutan sepeda ini sebagai salah satu upaya menggalakkan program bike to work yang dicanangkan Presiden beberapa waktu lalu. Salah satu upaya ini dengan mencoba pengembangan jalur sepeda. Tidak hanya diberikan fasilitas jalur lambat/sepeda, juga digalakkan berbagai kegiatan maupun pengaturan untuk mendukung penggunaan non motorized (kendaraan tidak bermotor). Penggalakkan ini dapat dengan dilakukan car fee day maupun bike to work untuk penggunaan angkutan sepeda.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Pada Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 3, penyelenggaraan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan bertujuan :

a. Terwujudnya pelayanan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan yang aman, tertib, lancer, dan terpadi dengan moda angkutan lain untuk mendororng perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan uum, memperkukuh persatuan dan kesatuan bangsa serta mampu menunjang tinggi martabat bangsa;
b. Terwujudnya etika berlalu lintas dna budaya bangsa; dan
c. Terwujudnya penegakan hhukum dan kepastian hukum bagi masyarakat.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahu 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas 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 kamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas."

Berdasar keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat Nomor 237/HK.105/DJRD/96 Tahun 1996 Tentang Pengaturan Lalu Lintas memiliki ketentuan pemasangan APILL sebagai berikut :

a. Prinsip Dasar
    1) Tujuan pemasangan APILL pada suatu persimpangan adalah untuk mengatur arus lalu lintas;
    2) Persimpangan dengan APILL merupakan peningkatan dae persimpangan biasa (tanpa APILL) dimana berlaku suatu

aturan prioritas tertentu yaitu mendahulukan lalu lintas dari arah lain.

b. Kriteria Pemasangan
   1) Kriteria bai persimpangan yang sudah harus menggunakan APILL adalah arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari;
   2) Atau bila waktu menunggu/tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik;
   3) Atau persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari;
   4) Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan;
   5) Atau merupakan kombinasi sebab-sebab yang telah disebutkan.

c. Jenis APILL
   1) Lampu tiga warna untuk mengatur kendaraan dengan susunan warna merah, kuning, dan hijau;
   2) Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan dan/atau pejalan kaki dengan susunan warna merah dan hijau;
   3) Lampu satu warna, digunakan untuk peringatan bahaya kepada pemakai jalan dengan warna kuning atau merah.

d. Fungsi APILL
   1) Mengatur pemakaian ruang persimpangan;
   2) Meningkatkan keteraturan arus lalu lintas;
   3) Meningkatkan kapasitas dari persimpangan;
   4) Mengurangi kecelakaan dalam arah tegak lurus.

e. Lalu Lintas Belok Kiri
   1) Persimpangan, baik yang diatur APILL atau tidak, pada prinsipnya mengijinkan lalu lintas belok kiri secara langsung;
   2) Bila laulintas menimbulkan gangguan pada lalu lintas menerus, dapat dipasang lampu filter atau rambu perintah "Belok Kiri Ikuti Isyarat Lampu".

Peraturan Menteri Perhubungan Indonesia No.96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas memiliki ketentuan sebagai berikut :

1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan;
2) Tingkat pelanana B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan
3) Tingkat Pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan
4) Tingkat pelayanan D, dengan kkondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan
5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan
6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan

Dalam Kertas Kerja Wajib ini peraturan maupun kebijakan yang tecakup dalam aspek legalitas yang digunakan antara lain :

1. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

   Peraturan yang menjelaskan pengertian Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas terdapat pada :

   a. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan;
      1) Manajemen dan rekayasa lalu lintas dilaksanankan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan (Pasal 93);
      2) Kegiatan perekayaan meliputi Pasal 94 Ayat (3);
      3) Perbbaikan geometric ruas jalan dan atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang tidak erkaitan langsung dengan pengguna jalan;
      4) Pengadaan, pemasangan, perbaikan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang beraitan langsung dengan pengguna jalan;

5) Optimalisasi operasional rekayasa lalu lintas dalam rangka meningkatakan ketertiban, kelancaran, dan efektivitas penegakan hukum.

b. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas;
   1) 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 kamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas (Pasal 1)
   2) Manajemen dan rekayasa lalu intaas meliputi kegiatan :
      a) Perencanaan;
      b) Pengaturan;
      c) Perekayasaan
      d) Pemberdayaan, dan;
      e) Pengawasan.

c. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan dan Rekayasa Lalu Lintas;
   7) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan;
   8) Tingkat pelanana B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan
   9) Tingkat Pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan
   10) Tingkat pelayanan D, dengan kkondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan
   11) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan
   12) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan

d. Pengenalian lalu lintas denagn ssimpan ber APILL dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan:

1) Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata-rata diata 750 kendaraan/jam selama 8 jam
2) Waktu menunggu (delay) rata-rata kendaraan di persimpangan diatas 30 detik
3) Rata-rata pejalan kaki yang menyebran diatas 175 pejalan kaki/jamm selama 8 jam/hari
4) Jumlah kecelakaan diatas 5 kecelakaan/tahun

e. Pengendalian lalu lintas simpang dengan system APILL terkoordinasi dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan:
1) Jumlah simpang yang dikoordinasikan sekurang-kurangnya 3 simpang
2) Jarak antar simpang tidak lebih dari 1 km

2. Persimpangan

Penjelasan tentang pengertian persimpangan terdapat pada beberapa peraturan, yaitu :

a. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
1) Pada persimpangan jalan yang dilengkapi alat pemberi isyarat lalu lintas, pengemudi kendaraan dilarang langsung berbelik kiri, kecualli ditentukan lain oleh rambu lalu intas atau alat pemberi isyarat lalu lintas (Pasal 112 Ayat 3)
2) Jika persimpangan dilengkapi dengan alat pengendali lalu lintas yang berbentuk bundaran, pengemudi harus memberikan hak utama kepada kendaraan lain yang dating dari arah kanan (Pasal 113 Ayat 3)

b. Peratuarn Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana Jalan dan Lalu Lintas Jalan;

Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang (Pasal 1)

3. Pengendalian Persimpangan

Penjelasan tentang pengertian pengendalian persipangan terdapat pada beberapa peraturan, yaitu :

a. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahu 2013 tentang Alat Pembeeri Isyarat Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam pasal 26 terdiri atas :
   1) Lampu tiga warna, untuk mengatur kendaraan;
   2) Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan dan/atau pejalan kaki; dan
   3) Lampu satu warna, untuk memberikan peringatan bahaya kepada pengguna jalan.
   4) Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak, serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas.

   "Mengendalikan lalu lintas di ruas jalan tertentu dan persimpangan antara lain dilakukan melalui penerapan alat pemberi isyarat lalu lintas, system alat pemberi isyarat lalu lintas terkoordinasi (*Area Traffic Control System*), bundaran dan pemanfaatan teknoligi untuk kepentingan lalu lintas (*Intelligent Transport System*) (Pasal 61 huruf a)

b. 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-iringna tersebut, interval lampu dan lama lampu hijau menyala di satu simpang dan di simpang berikutnya dapat ditentukan sehingga iring-iringan tersebut dapat melaju teus 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 Persimpangan

Mencakup teori-teori yang diperlukan untuk menulis Kertas Kerja Wajib ini.

1. Persimpangan

   Jotin Khisty dan B. Kent (2005) menjelaskan persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisah dari system jaringan jalan. Persimpangan jalan didefinisikan sebagai suatu wilayah dimana beberapa jalan bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas jalan untuk pergerakan lalu lintas.

2. Pengendalian Simpang

   Pemilihan metode pengendalian simpang disesuaikan dengan bbesar arus lalu lintas dan keselamatan. Terkadang lampu lalu lintas digunakan pada simpang prioritas, namun bukan ketentuan baku, hanya kasus tertentu. Berikut cara atau metode pengendalian simpang :

   a. Persimpangan Prioritas

      Persimpangan prioritas sering digunakan sebagai metode pengendalian simpang. Hak dari pengguna jalan ditunjukan dengan jelas melalui rambu atau marka. Umumnya kendaraan dari jalan utama yang diprioritaskan. Namun, dalam kasus tertentu jika arus lalu lintas lebih besar pada jalan minor, atau jalan utama tidak lurus maka aspek efisiensi dan keselamatan menjadi pertimbangan.

b. Persimpangan dengan Lampu Pengatur Lalulintas (Persimpangan Bersinyal)

Pengaturan simpang APILL dilajukan duntuk mengurangi konflik yang terjadi 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). Simpang bersinyal merupakan bagian dari system kendali waktu teteap yang dirangkai. Biasanya simpang bersinyal membutuhkan metode analisis dan perangkat khusus. Tujuan dari pengaturan giliran kendaraan melalui simpang untuk menjaga kebebasan arus secepat dan semaksimal mungkin tanpa mengurangi keselamatan berkendara. Pada jam sibuk hambatan tinggi dapat terjadi, maka diperlukan peran petugas untuk membantu mengatasi permasalahan pengendalian sinyal, namun jika peningkatan volume terjadi sepanjang waktu diperlukan system penendalian untuk seluruh waktu agar bekerja otomatis (Amin Widodo, dkk, 2018). Simpang dengan APILL biasa ditemukan pada CBD (*Central Bussiness District*) dan pada sebagian besar persimpangan utama atau jalan kecil pinggiran kota.

Kapasitas pada persimpangan yang diatur dengan APILL dapat ditingkatkan dengan cara :

1. Menetapkan waktu siklus optimal;
2. Menetapkan susunan fase yang optimal;
3. Meningkatkan kapaitas jalan terutama pada kaki masik persimpangan dan menyediakan jalur untuk pergerakan membelok serta tempat penumpukan;
4. Mengkoordinasikan persimpangan yang diatur dengan lampu lalu lintas;
5. Menentukan system penganturan yang optimum terhadap arus pejala kaki.

c. Bundaran

Bundaran lalu lintas merupakan alternatif terhadap pengendalian lalu intas. Metode ini sangat memiliki manfaat di

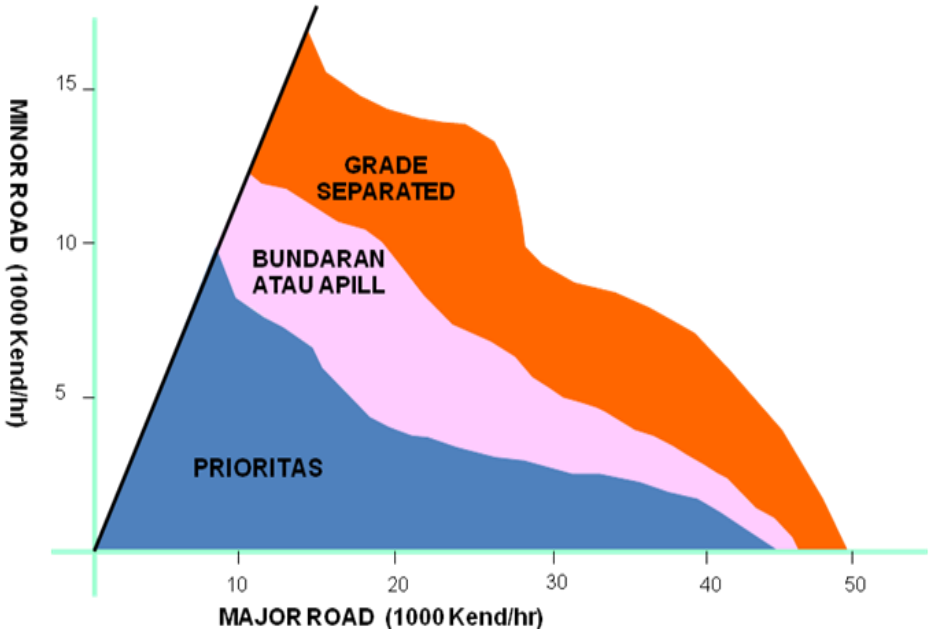
Indonesia jika direncanakan berdasar system pengaturan bundaran konvensional dengan persilangan yang dapat menambah pilihan cara untuk membuat delay lebih kecil jika dibandingkan dengan pengendalian APILL.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas bundaran antara lain :

1. Memperlebar jalan masuk dan keluar persimpangan;
2. Menambah panjan dan lebar daerah persilangan.

System pengendalian persimpangan dapat mengunakan pedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan dengan menggunakan besaran volume lalulintas masing-masing kaki simpangnya. Metode pengenddalian persimpangan diperlukan agar kendaraan yang melakukan pergerakan tidak saling bertabrakan.

Berikut gambar penentuan pengen dalian persimpangan



Sumber : MKJI 1997

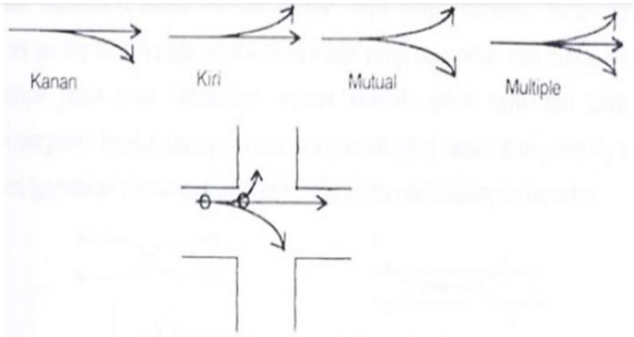
Gambar III. 1 Kriteria penentuan pengaturan persimpangan

3. Titik Konflik

Menurut Christy (2003), tujuan persimpangan dibuat untuk mengurangi konflik kendaraan dan pejalan kaki serta menyediakan kenyamana serta kemudahan pergerakan lalu lintas. Persimpangan juga diartikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung (AASHTO, 2001). Menurut Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota 1999 pergerakan kendaraan paa persimpanga dibedakan menjadi empat jenis dasar alih gerak kendaraan, antara lain :

a. Diverging (Berpencar)

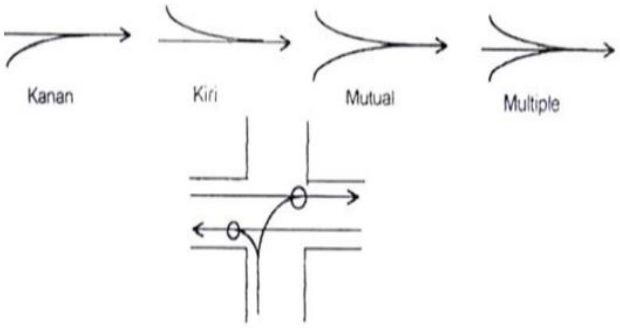
Diverging merupakan kondisi memisahnya kendaraan dari arus yang sama menuju jalur lain.



Gambar III. 2 Diverging (Berpencar)

b. Merging (Bergabung)

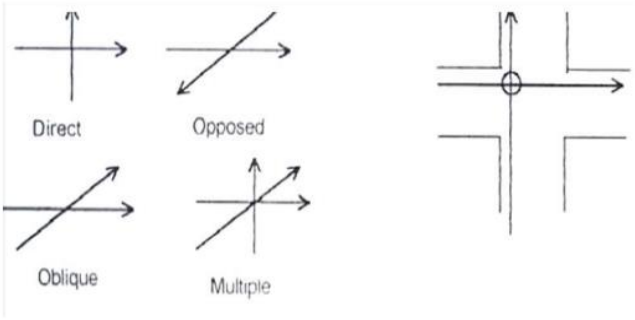
Merging merupakan kondisi kendaraan yang bergabung dari beberapa jalur ke jalur lain ang sama.



Gambar III. 3 Merging (Menggabung)

c. Crossing (Berpotongan)

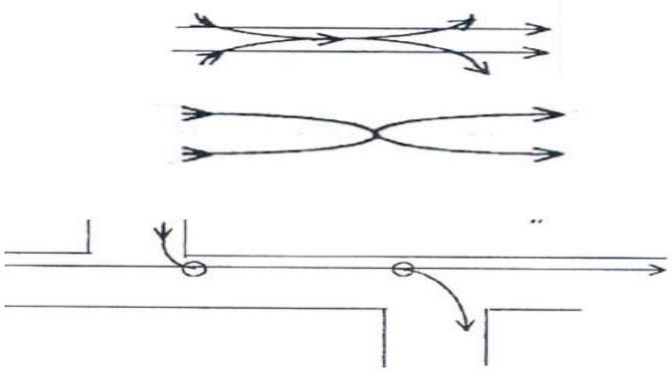
Crossing adalah keadaan perpotongan arus lalu lintas dari satu lajur ke lajur lain dimana terjadi titik konflik pada persimpangan.



Gambar III. 4 Crossing (Berpotongan)

d. Weaving (Menggabung lalu berpencar)

Waving meupakan pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan dengan arah sama sepanjang suatu lintassan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Waving sering terjadi saat kendaraan berpindah dari suatu lajur ke lajur lain seperti saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lain untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut.



Gambar III. 5 Weaving (Menggabung lalu berpencar)

Dari keempat alih gerak diatas, alih gerak *crossing* lebih berbahaya dari lainnya. Hal ini karena pada laih gerak *crossing* terjadi konflik.

Adapun jumlah konflik suatu persimpangan bergantung pada :

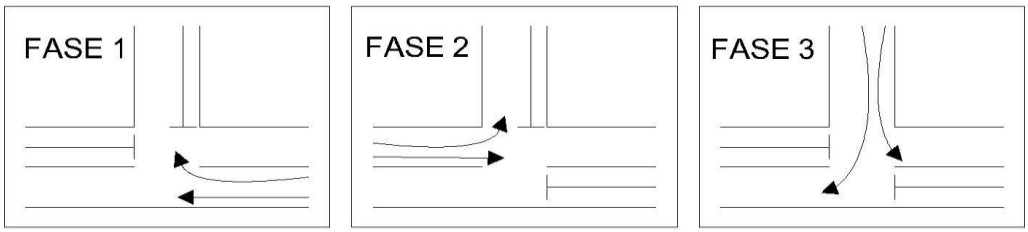
a. Jumlah kaki simpang;
b. Jumlah arah pergerakan;
c. Jumlah jalur dari setiap kaki simpang;
d. System pengendalian simpang.

4. Simpang bersinyal
   a. Penentuan fase

      pada perencanaan lalu lintas, dikenal beberapa istilah

      1) Waktu siklus(*Cycle Time*) yaitu waktu satu periode lampu lalu lintas, artinya waktu dimulainya lampu hijau hingga mulai hijau lagi;
      2) Fase yaitu rangkaian dari konsisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapat identifikasi lampu lalu linas yang sama (A. Munawar, 2006).

         Berikut contoh fase



Gambar III. 6 3 Fase pada Simpang 3

   b. Waktu Antar Hijau dan Kuning
      1) Penentuan waktu antar hijau ditentukan selisih antara berakhirnya waktu hijau dalam satu fase dan awal waktu hijau pada fase berikutnya. Waktu antar hijau ini dirancang agar Ketika fase berikutnya mulai hijau, aliran kendaraan fase sebelumnya menjauh dari persimpangan, sehingga tidak ada konflik antar kendaraan. (A. Munawar, 2006).
      2) Lampu kuning sesudah lampu hijau dimaksudkan agar kendaraan yang menyebrang memperhitungkan kecepatan kendaraan apakah memungkinkan untuk tetap menyebrang atau memilih berhenti pada garis henti. (A. Munawar, 2006).
   c. Waktu Hijau Efektif

Waktu hijau efektif dihitung berdasar:

1) Pada waktu lampu kining (sesudah lampu hijau), maka arus lalu lintas masih akan terus menyebrang.
2) Walau demikian pada saat lampu kuning, arus lalu lintas yang lewat tidak sebanyak saat lampu masih hijau.
3) Pada saat awal lampu hijau, pengemudi masih perlu waktu untuk berekasi untuk mulai menyebrang.

5. Indikator Tingkat Kinerja Simpang

a. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan perbandingan arus terhadap kapasitas simpang dan digunakan sebagai factor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang maupun ruas jalan. Tingkat jekenuhan dihitung menggunakan arus dan kapasitansi, dinyatakan dalam smp/jam. DS berfungsi debagai analisis perilaku lalulintas dalam hal kecepattan.

b. Tundaan

Tundaan adalah tambahan waktu mengemudi yang diperlukan untuk melintasi suatu persimpangan dibaningkan dengan situasi tanpa persimpangan. Tundaan meliputi tundaan lalu lintas (DT) yang disebaban oleh intraksi lallintas dengan pergerakan kendaraan lain, dan tundaan geometric (DG) yang deisebabkan oleh perlambatan/perceptaan saat berbelok di

c. Antrian

Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat dinyatakan dalam satuan (kend; smp) sedangkan Panjang antrian kendaraan dinyataann dalam meter (m). jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ditambah jumlah smp yang dating selama fase merah.

3.3 Koordinasi Simpang

1. Sistem Koordinasi Simpang

a) Menurut (Hansen W., 2020) kordinasi sinyal antar simpang sangat diperlukan untuk mengoptimalkan kapasitas jalan atau simpang. Koordinasi lam[u lalu lintas diharapkan dapat mengurangi tundaan yang dialami kendaraan dan menghindari antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang melewati suatu simpang diharapkan tidak mendapta lampu merah pada simpang berikutnya agar dapat menjaga kecepatannya.

b) Suci Iryanti (2021) menyebutkan system koordinasi sinyal pada persimpangan dibagi menjadi empat macam, yaitu :

1) System serentak (*Simultaneous System*), semua indicator warna di koridor jalan menyala secara bersaaan untuk mencapai gelombang hijau (*greenwave*).
2) System alternatif (*Alternate System*), system dimana semua indicator lampu lalu lintas berubah secara bersamaan, tetapi pada persimpangan terdekat lampu lalu lintas atau sekelompok lampu lalulintas menunjukan warna yang berlawanan.
3) System progresif sederhana (*Simple Progressive System*), berdasar pada siklus umum, tetapi dengan indicator sinyal jalan yang terpisah.
4) System progresit fleksibel (*Flexible Progressive System*), memiliki mekanisme control uatama yang menyesuaikan pengontrol untuk setiap sinyal. Control ini juga memungkinkan untuk mencapai panjang siklus dan siklus pada interval sepanjang hari

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

1) Sistem Optimalisasi Isolasi

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

2) System Koordinasi Isolasi (Jaringan)

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

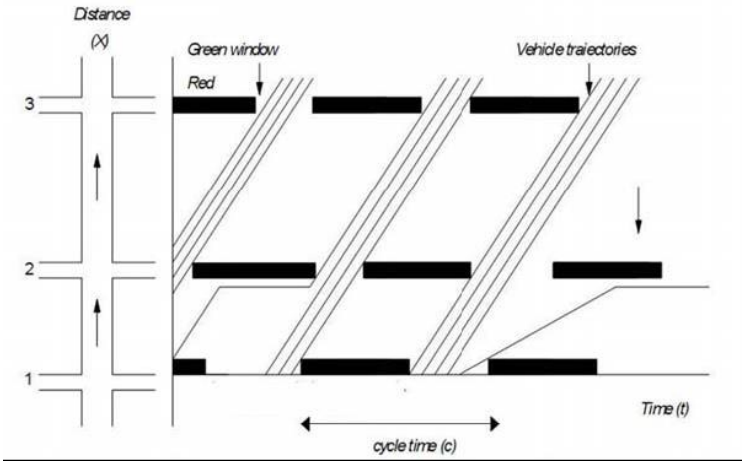
3) System Koordinasi *Greenwave*.

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

Menurut Suci Iryanti (2021) pola pengaturan waktu yang sering dilakukan untuk koordinasi simpang adalah sebagai berikut :

1) Pola pengaturan waktu tetap (*Fixed Time Control*). Hanya satupola waktu yang ditetapkan dan tidak berubah. Pola kendali ini merupakan penempatan terbaik untuk kondisi jaringan jalan yang terkoordinasikan.
2) Pola pengaturan waktu berubah berdasarkan kondisi lalu lintas (*Vehicle Responsive System*). Pola waktu yang diterapkan tidak hanya satu namun berubah sesuai kondisi lalu linatas. Ada tiga pola umum yang biasanya diterapkan berdasar kondisi lalu lintas, yaitu peak pagi, peak sore, dan offpeak (diantara peak pagi dan sore).
3) Pola pengaturan nwaktu berubah sesua kondisi lalu lintas (*Traffic Responsive System*). Pola waktu yang diterapkan dapat berubah sewaktu-waktu tergantung dari perkiraankondisi lalu lintas yang ada. Pola-pola ditentuann berdaar perkiraan kedatangan kendaraan yang dibuat sesaat sebelum implementasi. Implementasi system ini mebutuhkan peralatan yang lengkap, seperti ATCS.

4) Menurut (Hansen W mengutip dari Taylor dkk, 1996)koordinasi simpang merupakan salah satu cara mengurangi tundaan dan antrian.



Sumber : Taylor dkk, 1996, Understanding Traffic System

Gambar III. 7 Prinsip Koordinasi Sinyal dan Greenwave

Prinsip dasar koordinasi adalah waktu siklus yang optimal antara lampu lalu lintas yang dikoordinasi. Situasi ini terjadi Ketika waktu siklus sama dengan waktu tempuh atau offsetnya sama dengan waktu tempuh.

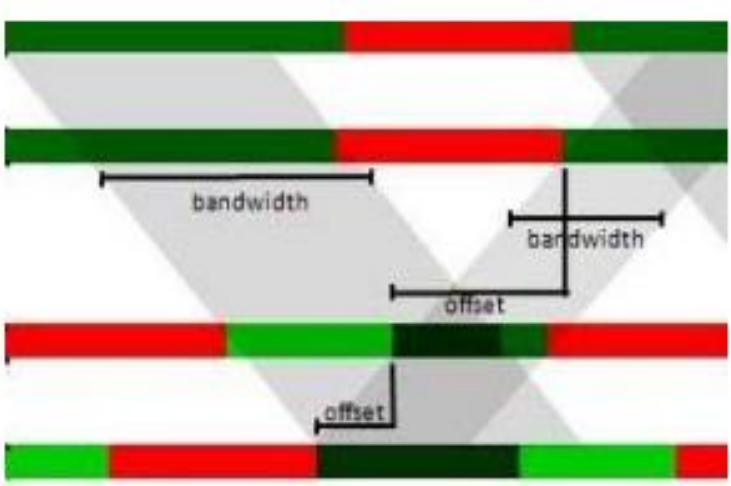
2. Platoon Dispersion

Platoon dispersion merupakan penyebaran iringan kendaraan selama menempuh suatu link diantara dua persimpangan berturut-turut. Semakin kecil kendaraan beriringan semakin baik mendukung system pensinyalan terkoordinasi, begitupun sebaliknya. Dengan demikina *platoon dispersion* merupakan factor yang sangat penting dalam penerapan sisntem persinyal terkoordinasi. *Platoon dispersion* adalah fungsi dari variasi kecepatan dalam kelompok kendaraan. Dengan variasi kecepatan yang kecil dihaapkan kelompok kendaraantidak terlalu menyebar selama menempuh jalan.

a. Bandwith adalah perbedaan waktu dalam jalur pararel sinyal hijau antara jalur pertama dan terakhir (Prima Juanita R dikutip dari Papacostas, 2005). Kedua iringan berada dalam keepatan

yang konstan dan merupakan platoon yang tidak terganggu oleh sinyal merah.

b. Offset adalah selisih waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau simpang berikutya (Papacostas, 2005). Waktu offset dapat dihitung menggunakan diagram koordinasi. Namun, waktu offset juga digunakan memulai pembentukan lintasan koordinasi.



Gambar III. 8 Offset dan Bandwith dalam Diagram Koordinasi

3.4 Keaslian Penulisan

Penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya di Kota Salatiga sehingga sangat diperlukan sebagai bahan pertimbangan untuk pengoptimalan dan pengloorinasian simpang bersinyal yang berdekatan. Selanjutnya hasil penelitian dapat dijadikan dasar memnentukan kebijakan bagi Kota Salatiga. Namun terdapat kajian yang dilakukan daerah lain sehingga dapat dijadikan litelatur bagi penulis. Berikut adalah beberapa litelatur tentang koordinasi simpang antara lain :

No	Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Metode
1	Aplikasi Program Transyt Pada Simpang Di Bawah Jenuh	Pemasangan lampu lalu lintas pada Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat sudah cukup banyak. Namun, ada beberapa simpang yang pengaturan lampu lalu lintasnya perlu dikoordinasikan dengan simpang sekitarnya seperti persimpangan Jl Airlanggga-Jl. Catur Warga-Jl. Udayana	1. Bagaimana setting lampu sinyal pada setiap simpang agar optimal? 2. Bagaimana kinerja simpang setelah dikoordinasikan? 3. Bagaimana waktu siklus dan offset minimum tercapai?	1. Melakukan koordinasi pada beberapa simpang dan memperoleh waktu siklus yang diperlukan tiap simpang dengan tundaan terkecil. 2. Menghitung kinerja simpang berdasarkan tundaan, biaya akibat berhenti, kecepatan, indeks performa, dan waktu perjalanan sebelum maupun sesudah koordinasi. 3. Mencari waktu siklus dan offset optimum agar memberikan indeks performa terkecil.	Menggunakan metode perhitungan dengan aplikasi Transyt
2	Koordinasi Simpang Pada Kawasan Cbd Di Kabupaten Temanggung	1. Banyak persimpangan membuat arus lalu lintas terhambat 2. Jarak antara 3 simpang yang dikaji hanya 100-200 meter	1. Bagaimana kinerja simpang Diponegoro, simpang Kodim, dan simpang Gloria saat ini? 2. Apa saja permasalahan yang menyebabkan penurunan kinerja ketiga simpang tersebut? 3. Apakah upaya untuk meningkatkan kinerja persimpangan?	1. Mengevaluasi kinertja ketiga simpang yang ada pada saat. 2. Meninjau kinerja persimpangan setelah dilakukan optimalisasi dan koordinasi simpang. 3. Memberi solusi atau pemecahan masalah yang terjdi di tiga simpang.	1. Menghitung kondisi eksisting dengan menggunakan MKJI 1997 2. Metode koordinasi dengan *trial and error.*

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alur Pikir

Alur pikir Penelitian merupakan tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan guna melakukan Analisa dari tahapan awal penelitian hingga tahap akhir yang menghasilkan usulan dan kesimpulan. Alur pikir penelitian sangat penting agar tulisan ini dapat dengan mudah dimengerti oleh pembaca. Alur pikir berisi penjelasan ringkas mengenai objek dan tahapan penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan Analisa penelitian :

1. Identifikasi Masalah

   Pada tahapan pengidentifikasian masalah ini akan mendapatkan berbagai masalah yang terdapat pada wilayah studi. Setelah mendapatkan daftar masalah yang ada selanjutnya akan dipilih beberapa masalah yang sesuai dengan judul penulisan.

2. Pengumpulan Data

   Ada dua jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi survei lalu lintas di simpang kajian, data geometris simpang, dan data waktu siklus. Sedangkan data sekunder meliputi tata guna lahan sekitar simpang dan data jaringan jalan di Kota Salatiga.

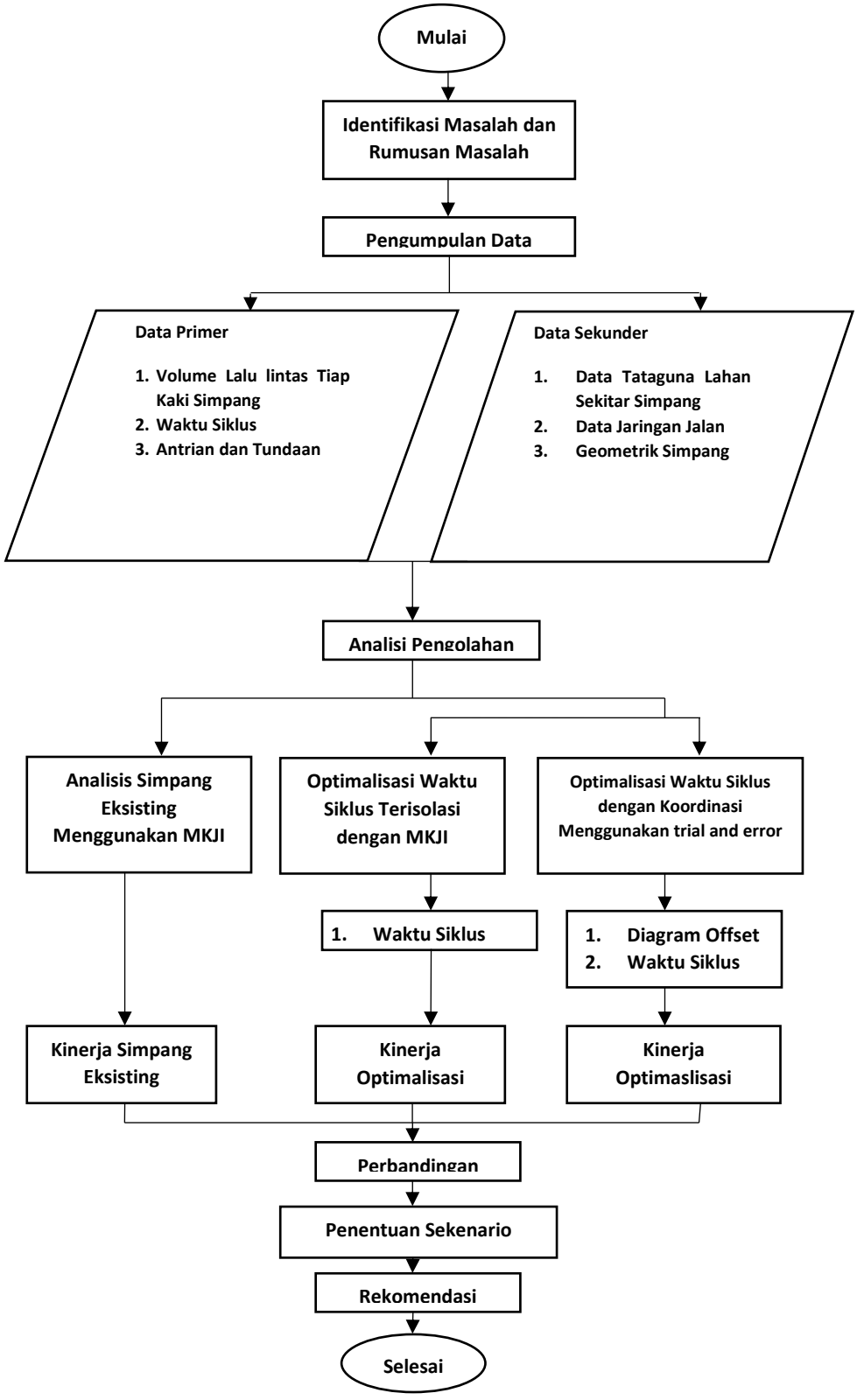
3. Pengolahan Data

   Tahap ini adalah tahap setelah mendapat kumpulan data-data, maka selanjutnya dilakukan analisis kondisi kinerja eksisting simpagng yang telah ada.

4. Keluaran

   Tahap ini merupakan tahap akhir yang menindaklanjuti perbandingan kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi isolasi dan koordinasi.

4.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data diperlukan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lokasi kajian dengan melakukan pengamatan (survei). Sementara data sekunder merupakan data pendukung yang didapat melalui sumber lain seperti instansi terkait.

1. Data Primer
   a. Data Volume Lalu Lintas

      Data volume llu lintas didapat melallui survei pencacahan gerak membelok terklasifikasi (*Classified Turnding Movement Counting*). Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas tertentu per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam. Survei CTMC dilakukan pada periode sibuk pagi, periode sibuk siang, dan periode sibuk sore. Lama survei adalah 2 jam di setiap perioode dengan interval 15 menit. Survei dilakukan oleh 4 surveyor pada tiap simpang. Survei dilakukan dengan mencatat kendaraan yang keluar dari masing-masing pendekat dan diklasifikasi berdasar arah pergerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan. Perlatan yang diperlukan dalam survei CTMC adalah :

      1) Alat tulis (kertas, pensil, dan lainnya);
      2) Alat penghitung (*counter*);
      3) Clip board;
      4) Formular survei;
      5) *Stopwatch*

      Dari survei CTMC diperoleh data volume kendaran tiap kaki simpang.

   b. Data Waktu Siklus

      Data waktu siklus (sinyal) didapat melalui survei waktu siklus. Survei waktu siklus dimaksudkan mengetahui waktu siklus (*cycle time*) masing-masing tahap pada kondisi persimpangan saat ini. Survei ini melibatkan 2 orang di setiap

simpang dan mencatat waktu siklus tiap kaki simpang. Perlatan yang diperlukan :

1) *Stop Watch*
2) Alat tulis
3) Clipboard

c. Data Antrian dan Tundaan

Untuk memperoleh data antrian dan tundaan diperlukan tiga surveyor. Cara pelaksanaan survei adalah sebagi berikut :

1) Surveyor (1) mencach semua kendaraan yang memasuki persimpangan dan kaki persimpangan selama 5 menit, dengan klasifikasi kendaraan yang berhenti (JB) dan titik berhenti (JT) pada kaki persimpangan tersebut.
2) Surveyor (2) mencacah jumlah kendaraanyang terhenti dan sedang menunggu untuk memasuki persimpangan (JR) pada akaki persimpangan tersebut dalam interval waktu 15 detik selama 5 menit.
3) Surveyr (3) menghitung Panjang antrian kendaraan berhenti dari *stop line* sampai ujung antrian.

Untuk antrian di simpang bersinyal merupakan perhitungan Panjang antrian kendaraan pada saat awal sinyal hijau. Survei dilakukan dengan menempatkan dua orang pengamat (surveyor) pada masing-masing simpang dimana :

1) Surveyor (1) menghitung Panjang antrian kendaraan pada fase waktu hijau sebelumnya pada setiap siklus selama periode survey
2) Surveyor (2) menghitung panjang antrian tambahan yang dating pad fase waktu merah di srtiap siklus selama lperiode survei.

Dalam tahap persiapan untuk survey ini menyiapkan perlatan anatara lain :

1) Alat tulis (kertas, ballpoint, dan lainyya)
2) *Clipboard*
3) Formular survei

4) *Stopwatch*

2. Data Sekunder
   1) Peta jaringan jalan, tata guna lahan , dan data mengenai peta lokasi didapat melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Kota Salatiga
   2) Data geometric simpang diperoleh dari hasil survei Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Salatiga tahun 2022.
   3) Data kecepatan ruas diperoleh dari data survei Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Salatiga tahun 2022.

4.4 Teknik Analisa Data

Setelah data diperoleh tahap selanjutnya melakukan analisis data.

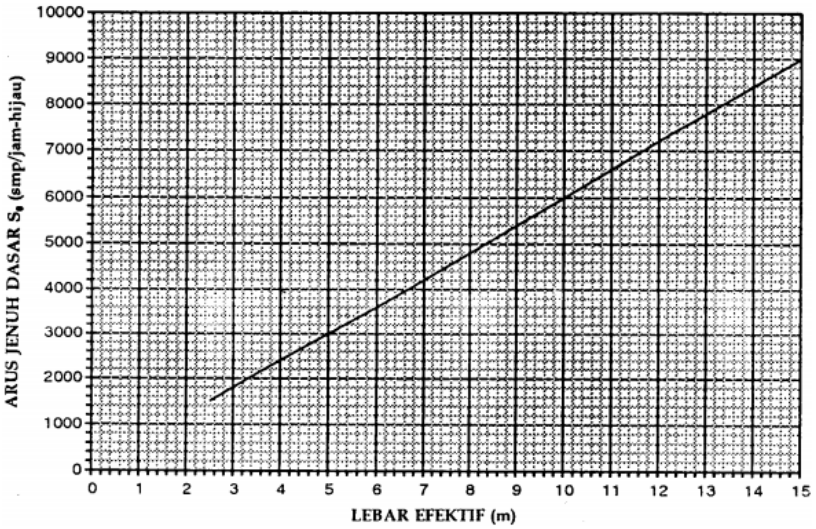
1. Analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting

   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 :

   a. Arus Jenuh

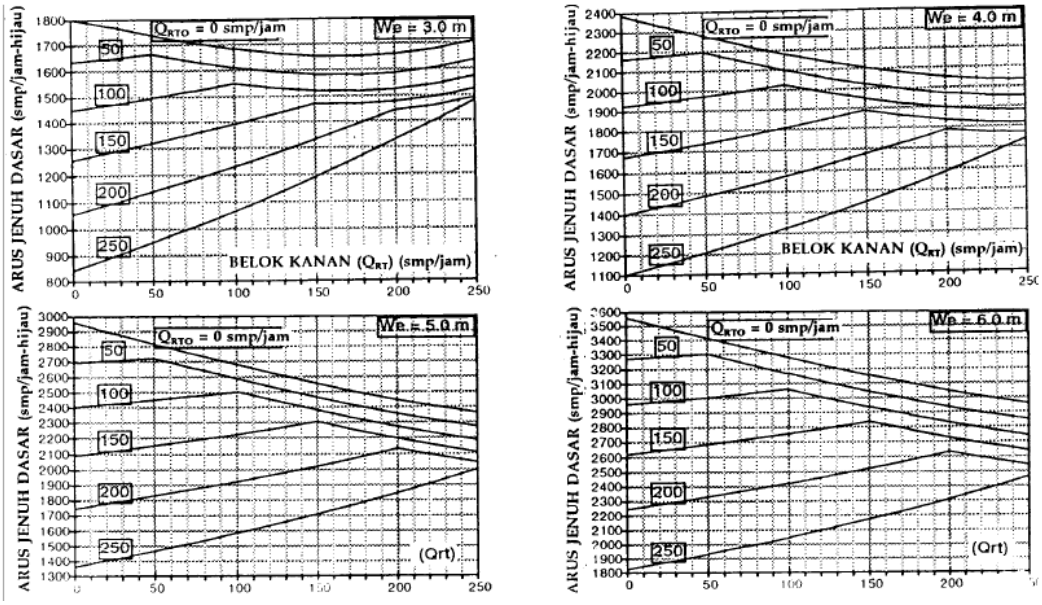
      Menghitung arus jenuh (S) dapat menggunakan rumus yang sudah dikalikan dengan Fcs, Fsf, Fg, Fp, Frt, Flt. Contoh perhitungan arus jenuh (S) sesuai MKJI pada pendekat Timur (Jalan Tingkir Raya) dapat dicari dengan diagram penyesuaian berikut :

      Untuk arus jenuh dasar dapat menggunakan diagram berikut jika tipe pendekatnya adalah terlindung



Gambar IV. 2 Diagram Arus Jenuh Dasar (So)

Apabila tipe pendekat merupakat terlawan menggunakan diagram arus jenuh sebagai berikut :



Gambar IV. 3 Diagram Arus Jenuh Dasar (So) Terlawan

Untuk penyesuaian factor ukuran kota dapat dilihat pada table berikut :

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

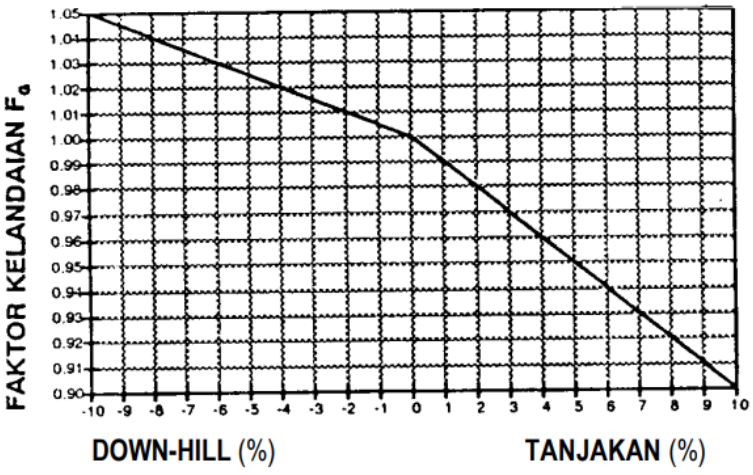
Gambar IV. 4 Faktor Penyesuaian Kota (Fcs)

Penyesuaian tataguna lahan atau lingkungan jalan dapat menggunakan table berikut :

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0 93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	"	Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	"	Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	"	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	"	Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	"	Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	"	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

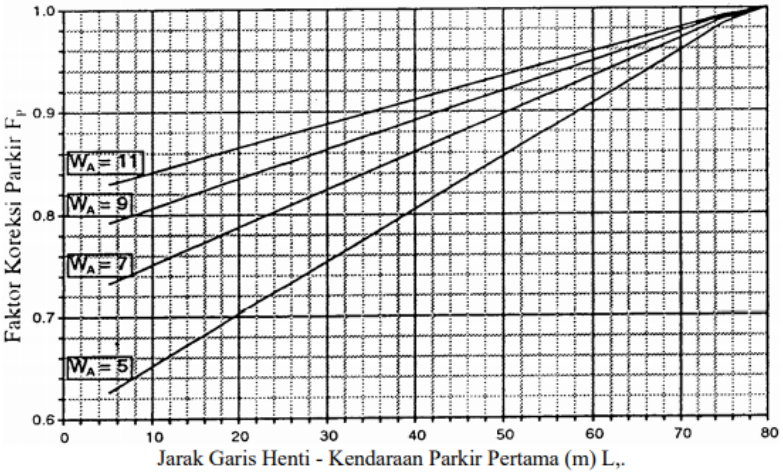
Gambar IV. 5 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan (Fsf)

Untuk kelandaian jalan dapat ditentukan berdasar diagram berikut :



Gambar IV. 6 Faktor Penyesuaian Kelandaian (Fg)

Factor koreksi parkir ditentukan dari diagram berikut :



Gambar IV. 7 Faktor Koreksi Parkir

Menghitung arus jenuh (S) dapat menggunakan rumus yang sudah dikalikan dengan Fcs, Fsf, Fg, Fp, Frt, Flt sehingga didapat rumus perhitungan arus jenuh adalah

S = So × Fcs × Fsf × Fg × Fp × Frt × Flt

Keterangan :

S = Arus Jenuh

So = Arus Jenuh Dasar

Fcs = Faktor Penyesuaian Kota

Fsf = Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan

Fg = Faktor Penyesuaian Kelandaian

Fp = Faktor Koerksi Parkir

F_{RT} = Faktor Belok Kanan = 1 + P_{RT} x 0,26

F_{LT} = Faktor Belok Kiri = 1 - P_{LT} x 0,16

b. 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

c. 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)

d. Antrian dan Tundaan

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

$$NQ1 = 0{,}25 \times C \times \left\{\sqrt{(DS-1)^2} + \frac{[8\times(DS-0{,}5)]}{C}\right\}$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

NQ_1= jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

Ds = derajat kejenuhan

Antrian smp yang dating fase merah (NQ_2)

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

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

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-rataantrian smppada awal sinyal hijau

NQ_1= jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2= jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

Tundaan adalah waktu tempuh tabahan yang diperlukan untuk melallui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang, dpat dihitung dengan rumus :

$$d = \frac{c\,(1-\lambda)^2}{2\,(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q\,(1-x)} - 0{,}65\left(\frac{c}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}x^{(2+5\lambda)}}$$

Sumber : Webster, 1958

Keterangan :

d = tundaan rata-rata per kendaraan

c = waktu siklus

λ = perbandingan waktu hijau efektif dengan waktu siklus, yakni g/c

q = arus normal

s = arus jenuh

x=derajat kejenuhan, yaitu perbandingan arus normal (q) dengan kapasitas jalan (λs), dirumuskan dengan q/λs

2. Optimalisasi Kinerja Simpang Terisolasi

Optimalisasi meliputi waktu siklus, split, dan stream. Dalam rangka pengotimalan kinerja simpang, hal utama yang dilakukan adalah menentukan fase terbaik berdasarkan arus lalu lintas yang masuk ke persimpangan dan melakakukan pengaturan waktu siklus optimal aggar Panjang antrian serta tundaan menjadi lebih kecil. Optimalisasi meliputi mencari waktu siklus berdasarkan arus lalu intas yang masuk ke persimpangan dengan mengoptimalkan waktu siklus dan waktu hijau dengan tujuan mendapatkan waktu siklus terbaik simpang

a. Waktu Hijau

Waktu hijau dihitung pada masing-masing simpang pendekat denganmenggunakan rumus :

gi = (cua - LTI) × PR gi = (cua - LTI) × PR

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

gi = Waktu hijau

PR = Rasio fase

LTI = Waktu Hilang Simpang (smp/jam)

cua = Waktu Siklus Penyesuaian

b. 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

∑g : Jumlah Waktu Hijau Simpang

LTI: Waktu Hilang Simpang

3. Koordinasi Simpang

Selanjutnya dilakukan pengkoordinasian lampu lalu lintas antara Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir. Pertimbangan pemilihan koordinasi di kedua simpang tersebut adalah jarak kedua simpang tersebut hanya 250 meter, arus lalu lintas tinggi, dan antrian Panjang di kedua simpang.

a. Melakukan *Trial and Error.* Untuk mendapatkan waktu siklus terbaik pada ketiga simpang maka dilakukan trial and error dengan mencoba waktu siklus terendah diantara dua simpang yang digunakan untuk batas bawah dan batas atas untuk mendapat tundaan terendah dari sipang pertama yang dikoordinasikan.
b. Melakukan percibaan membuat diagram offset dengan mempertimbangkan kecepatan eksisting dari simpang agar tercipta kondisi *greenwave.*

4. Peramalan 5 Tahun Mendatang

Rumus peramalan digunakan dalam penentuan kinerja simpang untuk 4 tahun kedepan dengan mempertimbangkan usulan terbaik setelah dilakukan analisis.

Pt = Po x $(1 + \mathrm{i})^n$

Dimana :

Pt = Jumlah bilangan waktu yang akan datang
Po = Jumlah bilangan saat ini
i = Tingkat pertumbuhan
n = Jumlah tahun rencana

BAB V

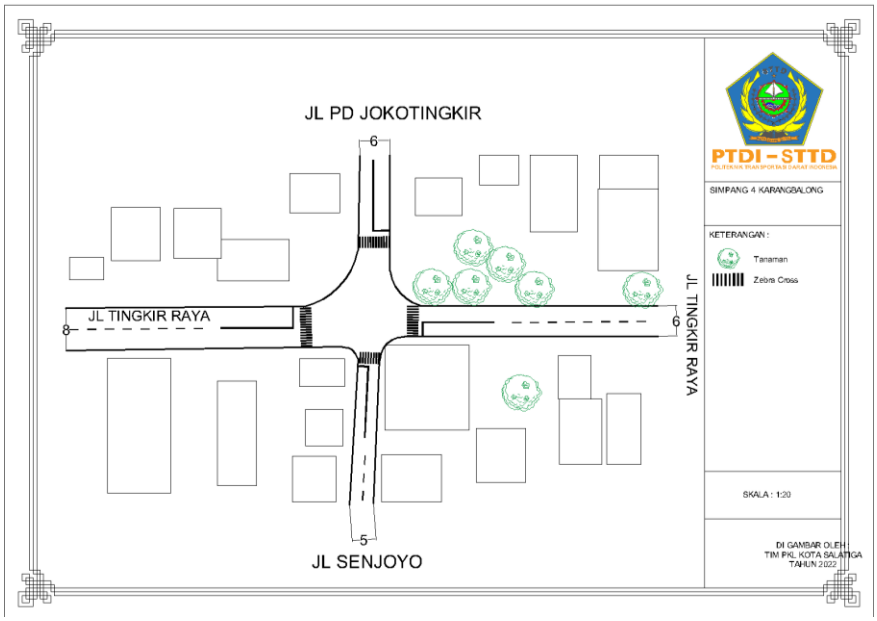
PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

5.1 Analisis Kinerja Eksisting Simpang

Kinerja persimpangan dinilai dari derajat kejenuhan, Panjang antrian, dan tundaan. Indeks kinerja diukur saat jam sibuk pagi, jam sibuk siang, dan jam sibuk sore. Berikut kondisi eksisting Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir.

1. Simpang Karangbalong

   Simpang Karangbalong merupakan simpang bersinyal yang berada di ruas Jalan Tingkir Raya. Simpang Karangbalong merupakan simpang 4 (empat) dan diatur menggunakan 3 fase dimana fase pertama yang melepas arus dari sebelah timur dan fase dua yang melepas arus dari barat memiliki waktu hijau yang hampri bersamaan, sehingga menjadikan Simpang Karangbalong memiliki pendekat terlawan. Berikut kondisi Simpang Karangbalong.



Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar V. 1 Gambar Geometrik Simpang Karangbalong

a. Menghitung arus jenuh (S) dapat menggunakan rumus yang sudah dikalikan dengan Fcs, Fsf, Fg, Fp, Frt, Flt. Contoh perhitungan arus jenuh (S) sesuai MKJI pada pendekat Timur (Jalan Tingkir Raya).

So = 3600 Fp = 1

Fcs = 0,83 Frt = 1

Fsf = 0,88 Flt = 1

Fg = 1

Sehingga perhitungan arus jenuh sebagai berikut :

S = So × Fcs × Fsf × Fg × Fp × Frt × Flt

= 1600 x 0,83 x 0,88 x 1 x 1 x 1 x 1

= 1.169 Smp/Jam

Perhitungan arus jenuh (S) juga dilakukan pada pendekat lainnya dengan cara yang sama

Tabel V. 1 Data Geometrk dan Arus Jenuh Simpang Karangbalong

PENDEKAT	LEBAR EFEKTIF	ARUS DASAR	FAKTOR SAMPING						ARUS JENUH
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
B	4,00	1.800	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	1.315
U	3,00	1.670	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	1.289
T	3,00	1.600	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	1.169
S	2,5	1550	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	1.196

Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

b. Data volume lalu lintas dari survey gerakan membelok diambil jumlah volume satu jam tersibuk pada pagi, siang, dan sore. Untuk data APILL meliputi system pengendalian, waktu siklus, jumlah fase waktu hijau, dan waktu merah. Berikut table data volume lalu lintas tiap pendekat Simpang Karangbalong :

Tabel V. 2 Data CTMC Simpang Karangbalong Pagi

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
37	45	6	0	18	30	18	0	14	20	0	0	14	8	2	0
108	131	48	3	10	16	9	0	66	138	47	4	25	27	2	0
22	22	1	0	22	34	22	0	38	105	3	1	7	6	0	0
845	1.224	457	5	421	714	321	0	641	1.591	318	29	448	348	52	0
2.531				1.456				2.579				848			

Tabel V. 3 Data CTMC Simpang Karangbalong Siang

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
26	71	31	0	15	39	5	0	24	92	19	2	16	8	2	0
4	7	0	0	10	24	8	0	14	72	10	0	15	9	2	0
46	119	33	0	27	76	23	0	43	182	29	2	47	27	6	0
845	1.224	457	5	421	714	321	0	641	1.591	317	29	448	348	52	0
2.531				1.456				2.577				848			

Tabel V. 4 Data CTMC Simpang Karangbalong Sore

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
33	43	5	0	20	48	11	0	13	22	1	0	19	23	7	0
98	133	56	3	35	49	4	0	61	105	31	3	22	12	0	0
20	23	0	0	7	11	16	0	38	82	6	3	11	18	0	0
845	1.224	457	5	421	714	321	0	641	1.591	317	29	448	348	52	0
2.531				1.456				2.577				848			

Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

Melihat data diatas dapat dikatakan bahwa simpang Karangbalong memiliki volume lalu lintas yang cukup tinggi dengan puncak volume paling tinggi 2.579 smp dan paling rendah 311 smp.

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) dihitung tiap pendekat dengan data arus total (Q) dan kapasitas pendekat (C) dimana satuannya adalah smp/jam. Sebelum menghitung DS harus menghitung kapasitas tiap pendekat. Untuk mengjitung kapasitas simpang dibutuhkan data arus jenih (S), waktu hijau (g), dan waktu siklus (c) tiap pendekat. Contoh perhitungan pada pendekat timur :

C = S x g/c

C = $2629 \times {}^{43}/_{73}$ = 1.315

DS =Q/C

DS = ${}^{446}/_{1.549}$ = 0,60

Tabel V. 5 Derajat Kejenuhan Simpang Karangbalong

PEAK PAGI						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOLUME (Q)	ARUSJENUH (S)	KAPASITAS (C)	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Tingkir Raya	B	35	446	1.315	630	0,60
Pd. Joko Tingkir	U	23	175	1.289	406	0,31
Tingkir Raya	T	43	515	1.169	688	0,63
Senjoyo	S	23	291	1.196	377	0,20
PEAK SIANG						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOL Q	ARUS JENUH	KAPASITAS	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Tingkir Raya	B	35	227	1.476	708	0,32
Pd. Joko Tingkir	U	23	173	1.465	462	0,39
Tingkir Raya	T	43	357	1.314	774	0,48
Senjoyo	S	23	88	1.393	439	0,29
PEAK SORE						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOL Q	ARUS JENUH	KAPASITAS	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Tingkir Raya	B	35	450	1.362	653	0,55
Pd. Joko Tingkir	U	23	248	1.336	421	0,43
Tingkir Raya	T	43	429	1.211	713	0,45
Senjoyo	S	23	140	1.240	391	0,24

Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

Table diatas menunjukan derajat kejenuhan pada setiap peak berbeda. Pada peak pagi derajat kejenuhan tertinggi ialah 0,60, peak siang adalah 0,48, dan peak sore sebesar 0,55.

d. Antrian

Panjang Antrian diukur pada tiap kaki simpang menggunakan satuan meter(m). Berikut data Panjang antrian di Simpang Karangbalong :

Tabel V. 6 Data Panjang Antrian Simpang Karangbalong

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian		
		QL (meter)		
		Peak pagi	Peak Siang	Peak sore
TINGKIR RAYA	B	52,84	7,25	35,65
PD JOKO TINGKIR	U	20,58	7,88	22,27
TINGKIR RAYA	T	81,15	17,13	40,57
SENJOYO	S	13,36	5,82	11,79

Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

Dari table diatas panjang antrian tertinggi berada pada kaki simpang Tingkri Raya bagian timur simpang. Panjang antrian tertinggi adalah 81,15 meter pada peak pagi. Sedangkan pada peak siang antrian tepanjang adalah 17,13 meter. Peak sore dengan antrian terpanjang 40,57 meter.

e. Tundaan

Tundaan atau waktu hilang akibat gangguan lalu lintas diluar kemampuan pengemudi dalam mengontrolnya. Berikut data tundaan Simpang Karangbalong :

Tabel V. 7 Data Tundaan Simpang Karangbalong

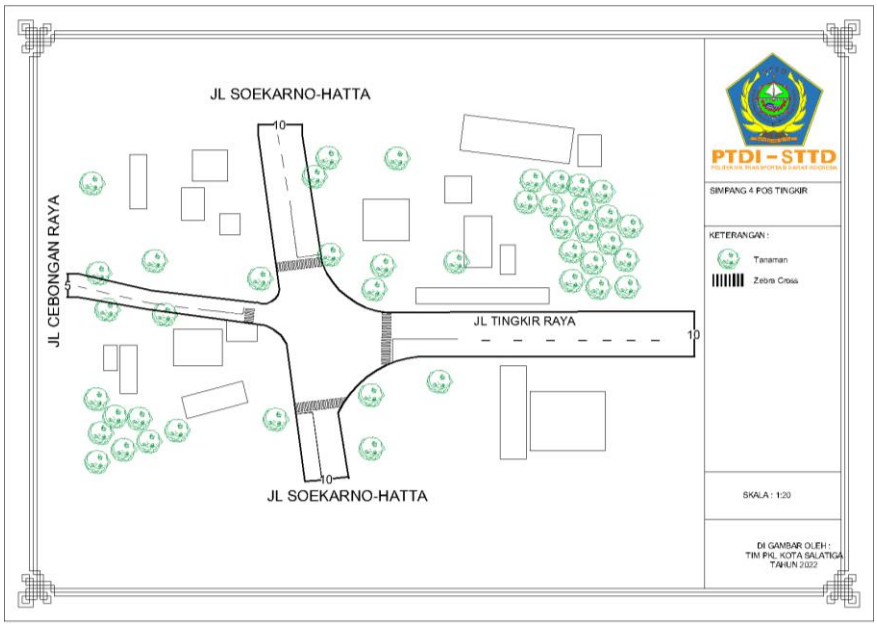
Nama Jalan	**Pendekat**	**Tundaan**		
		Peak Pagi	***Peak* Siang**	***Peak* Sore**
		D	**D**	**D**
		DET/SMP	**DET/SMP**	**DET/SMP**
TINGKIR RAYA	B	40,06	35,44	38,85
PD JOKO TINGKIR	U	33,37	34,64	34,71
TINGKIR RAYA	T	40,18	36,70	37,04
SENJOYO	S	32,29	33,27	31,64

Sumber : Hasil Analisa Tim PKL Kota Salatiga 2022

Terlihat tundaan terbesar ada pada peak pagi dengan besar 40,18 det/ smp. Peak siang rata-rata tundaan paling kecil dari peak lain dengan tundaan maksimal adalah 36,70 det/smp. Dan pada peak sore tundaan terbesar adalah 38,85 det/smp.

2. Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir adalah simpang dengan pengendalian menggunakan sinyal APILL. Pada Simpang Pos Tingkir memiliki 4 kaki simpang dengan pengendalian 3 fase, sehingga pendekat simpang ini menjadi terlindung dan terlawan. Kaki simpang barat dan timur merupakan terlawan, sementara kaki simpang utara dan selatan terlawan. Berikut gambar geometri Simpang Pos Tingkir.



Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Salatiga 2022

Gambar V. 2 Gambaar Geometrik Simpang Pos Tingkir

a. Perhitungan arus dasar, factor samping, dan arus jenuh mengikuti pedoman MKJI seperti perhitungan pada Simpang Karangbalong

Tabel V. 8 Data Geometrik dan Arus Jenuh Simpang Pos Tingkir

PENDEKAT	LEBAR EFEKTIF	ARUS DASAR	FAKTOR SAMPING						ARUS JENUH
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
B	2,5	1.050	0,83	0,95	1,00	1,00	1	1	810
U	5	3.000	0,83	0,95	1,00	1,00	1	1	2.194
T	5	1.700	0,83	0,95	1,00	1,00	1	1	1.312
S	5	3.000	0,83	0,95	1,00	1,00	1	1	2.522

Sumber : Hasil Analisa Tim PKL Kota Salatiga 2022

Dari table diatas terlihat bahwa arus dasar terbesar berada di kaki simpang selatan dengan nilai 2.522 smp/jam.

b. Data volume lalu lintas dari survey CTMC yang diambil pada jam sibuk pagi, jam sibuk siang, dan jam sibuk sore. Data APILL meliputi system pengendalian, jumlah fase, waktu hijau tiap fase, dan waktu merah

Tabel V. 9 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Pagi

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
16	13	0	0	80	127	49	0	55	86	18	0	23	17	11	0
10	9	0	0	106	170	64	0	13	7	0	0	95	191	72	0
13	16	0	0	5	21	10	0	61	91	21	0	72	142	56	0
207	225	0	0	942	1.703	699	0	1.280	1.869	415	0	939	1.866	787	0
432				3.344				3.564				3.592			

Tabel V. 10 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Siang

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
9	9	0	0	33	78	37	0	32	75	27	0	10	11	8	0
6	10	0	0	44	102	49	0	8	11	2	0	41	109	55	0
7	9	0	0	3	6	7	0	35	80	23	0	32	83	41	0
207	225	0	0	942	1.703	699	0	640	1.209	415	0	939	1.866	787	0
432				3.344				2.264				3.592			

Tabel V. 11 Data CTMC Simpang Pos Tingkir Sore

A				B				C				D			
MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
17	18	0	0	68	111	40	0	50	97	34	0	19	14	8	0
11	10	0	0	89	142	53	0	12	9	2	0	80	161	58	0
14	12	0	0	6	18	7	0	55	104	30	0	61	121	46	0
207	225	0	0	942	1.703	699	0	640	1.209	415	0	939	1.866	787	0
432				3.344				2.264				3.592			

Sumber : Hasil Analisa Tim PKL Kota Salatiga 2022

Melihat tabel diatas dapat disimpulkan bahwa Simpang Pos Tingkir memiliki volume lalu lintas yang lebih tinggi dari Simpang Karangbalong dengan puncak volume paling tinggi yaitu pada peak pagi sebesar 1.123 smp dan yang paling rendah pada siang hari sebanak 105 smp.

c. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dihitung menggunakan arus total (Q) yang dibagi dengan kapasitas simpang (C) tiap kaki simpang. Kapasitas simpang didapat dari nilai arus jenuh (S) dikali waktu hijau (g) dibagi dengan waktu siklus (c). Sehingga derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

C = S x g/c

C = $1665 \times {}^{25}/_{125}$= 347

DS =Q/C

DS = ${}^{271}/_{347}$ = 0,78

Tabel V. 12 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Pos Tingkir

PEAK PAGI						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOLUME (Q)	ARUSJENUH (S)	KAPASITAS (C)	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Cebongan Raya	B	20	56	810	154	0,36
Soekarno-Hatta	U	35	567	2.194	731	0,78
Tingkir Raya	T	20	217	1.312	250	0,87
Soekarno-Hatta	S	35	616	2.522	841	0,73
PEAK SIANG						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOL Q	ARUS JENUH	KAPASITAS	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Cebongan Raya	B	20	37	858	163	0,22
Soekarno-Hatta	U	35	333	2.314	771	0,43
Tingkir Raya	T	20	172	1.389	265	0,65
Soekarno-Hatta	S	35	362	2.671	890	0,41

PEAK SORE						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOL Q	ARUS JENUH	KAPASITAS	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Cebongan Raya	B	20	56	835	158	0,35
Soekarno-Hatta	U	35	479	2.244	741	0,65
Tingkir Raya	T	20	235	1.397	264	0,89
Soekarno-Hatta	S	35	514	2.578	851	0,60

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Dari table diatas deraajt kejenuhan pada peak pagi adalah 0,87, peak siang sebesar 0,65, dan peak sore dengan nilai 0,89.

d. Panjang antrian

Panjang antrian diukur tiap kaki simpang. Berikut data panjang antrian Simpang Pos Tingkir :

Tabel V. 13 Tabel Panjang Antrian Simpang Pos Tingkir

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian		
		QL (meter)		
		Peak pagi	Peak Siang	Peak sore
Cebongan Raya	B	7,50	2,84	5,06
Soekarno-Hatta	U	55,72	13,47	33,51
Tingkir Raya	T	32,39	7,20	27,53
Soekarno-Hatta	S	58,67	14,58	35,30

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Panjang antrian kaki simpang barat 7,50 meter , kaki simpang utara adalah 55,72 meter, kaki simpang timur 32,39 meter, dan kaki simpang selatan sebesar 58,67 meter.

e. Tundaan

Tundaan atau waktu hilang akibat gangguan lalu lintas diluar kemampuan pengemudi dalam mengontrolnya. Berikut data tundaan Simpang Pos Tingkir :

Tabel V. 14 Tabel Tundaan Simpang Pos Tingkir

Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		
		Peak Pagi	*Peak* Siang	*Peak* Sore
		D	D	D
		DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP
Cebongan Raya	B	39,72	43,77	39,47
Soekarno-Hatta	U	57,56	49,71	53,45
Tingkir Raya	T	87,67	49,47	93,35
Soekarno-Hatta	S	57,02	50,70	53,94

Sumber : Tim PKL Kota Salatiga 2022

Terlihat tundaan terbesar ada pada peak pagi dengan besar 108,67 det/ smp pada kaki simpang timur. Peak siang rata-rata tundaan paling kecil dari peak lain dengan tundaan maksimal adalah 51,68 det/smp. Dan pada peak sore tundaan terbesar adalah 64,89 det/smp.

5.2 Analisis Penyebab Buruknya Kinerja

Kinerja simpang dilihat dari nilai derajat kejenuhan (DS), panjang antrian (QL), dan tundaan lalu lintas rata-rata (DT). Berikut penjabaran kinerja Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir :

1. Derajat Kejenuhan (DS)

   Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara volume arus (Q) dengan kapasitas (C), dengan rentang 0-1 dimana semakin mendekati angka 1 maka kondisi jalan mendekati jenuh atau kritis. Kapasitas pada simpang ditentukan oleh arus jenuh dasar (S) yang dikalikan dengan rasio waktu hijau (g/c). Pada kondisi eksisting derajat kejenuhan Simpang Karangbalong adalah 0,43 dan Pos Tingkir 0,68. Pada table data derajat kejenuhan untuk arus jenuh pada Simpagn Karagnbalong pendekat minor adalah 1.456 dan 848 sementara pendekat mayor 2.579 dan 2.531. Pada Simpang Pos Tingkir arus jenuh pendekat minor adalah 432 dan 3.564 sementara pendekat mayor 3.344 dan 3.592. Untuk dapat meningkatkan kapasitas dapat dilakukan perubahan geometric simpang dengan pelebaran tiap kaki simpang, namun car aini memakan biaya yang besar dan waktu yang relative lama. Sehingga solusi terbaik untuk saat ini adalah pengoptimalan waktu siklus.

2. Panjang Antrian (QL)

   Panjang antrian merupakan panjang kendaraan pada suatu kaki simpang yang mengantri di simpang serta dinyatakan dalam satuan meter. Panjang antrian didapat dari jumlah kendaraan mengantri (NQ) dikali 20 dan dibagi lebar pendekat (We). NQ merupakan jumlah kendaraan tersisa selama waktu hijau (NQ1) dan kendaraan yang datang selama waktu merah (NQ2). Pada perhitungan panjang antrian juga melibatkan derajat kejenuhan serta kapasitas, sehingga solusi untuk saat ini adalah penyesuaian waktu siklus

3. Tundaan (DT)

Tundaan adalah waktu hambatan rata-rata yang dialami kendaraan sewaktu melewati simpang. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh melewati simpang. Semakin tinggi tindaan waktu tempuh yang dibutuhkan juga semakin tinggi. Perhitungan tundaan dipengaruhi oleh waktu siklus (C), jumlah kendaraan tersisa dari waktu hijau sebelumnya (NQ1) dan derajat kejenuhan. NQ1 dipengaruhi 2 faktor penting yaitu waktu siklus (c) dan kapasitas pendekat (S x g/c). Berpengaruhnya waktu siklus menjadikan solusi penyesuaian ulang waktu siklus menjadi prioritas utama.

5.3 Analisis Perbaikan Kinerja

Analissi perbaikan kinerja adalah tahap Analisa dengan adanya usulan perbaikan waktu siklus. Usulan perbaikan yaitu berupa optimasi waktu siklus secara terisolasi tanpa merubah fase.

1. Skenrio 1 Perubahan Waktu Siklus Terisolasi

Perubahan waktu siklus menggunakan metode MKJI. Sebelum melakukan pencarian waktu siklus pra penyesuaian(cua) menggunakan rumus

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

Dimana

Cua = Waktu Siklus Pra Penyesuaian

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

FRcrit = Jumlah rasio arus kritis

Setelah mendapat nilai Cua Langkah selanjutnya adalah mencari waktu hijau pada setiap kaki simpang. Mencari waktu hijau menggunakan rumus :

g = (cua – LTI) x PR

dimana

g = waktu hijau

PR = Rasio fase = $\frac{FR}{FRcrit}$

FR = Rasio arus

Selanjutnya mencari waktu siklus penyesuaian dengan cara :

C = Jumlah waktu hijau per fase x LTI

a. Simpang Karangbalong

Simpang Karangbalong memiliki 3 fase namun pada fase 1 dan 2 waktu hijau hampir terjadi bersamaan, sehingga kaki simpang timur dan barat menjadi terlawan. Arus dari timur akan diberikan kesempatan terlebih dahulu untuk belok kanan selama 5 detik kemudian arus dari barat akan dilepas. Sementara kaki simpang utara dan selatan memilki waktu hijau sama dan arus dilepas saat bersamaan.

Tabel V. 15 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Karangbalong

PEAK PAGI							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	33	56	2	2	4	8
U	3	10		2	2	4	
T	1	38		2	2	4	
S	3	10		2	2	4	

PEAK SIANG							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	17	33	2	2	4	8
U	3	8		2	2	4	
T	1	17		2	2	4	
S	3	8		2	2	4	
PEAK SORE							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	32	60	2	2	4	8
U	3	14		2	2	4	
T	1	37		2	2	4	
S	3	14		2	2	4	

Sumber : Hasil Analisis

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL
Jalan Tingkir Raya 1 (Barat)	3	35 3 2 2
Jalan Joko Tingkir (Utara)	2	2 23 3 2
Jalan Tingkir Raya 2 (Timur)	1	38 2 2
Jalan Senjoyo (Selatan)	2	2 23 3 2

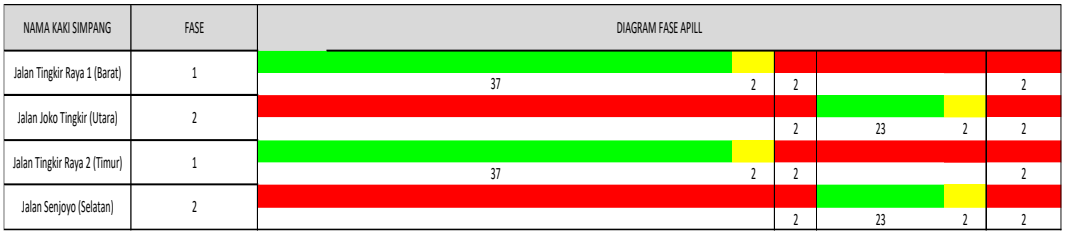
Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 3 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Pagi

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL
Jalan Tingkir Raya 1 (Barat)	1	17 2 2 2
Jalan Joko Tingkir (Utara)	2	2 8 2 2
Jalan Tingkir Raya 2 (Timur)	1	17 2 2 2
Jalan Senjoyo (Selatan)	2	2 8 2 2

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 4 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Siang



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 5 Diagram Waktu Siklus Simpang Karangbalong Optimalisasi Sore

b. Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir memiliki 3 fase, dimana kaki simpang barat dan timur akan dilepas bersamaan dengan waktu hijau yang sama, sehingga kaki simpang barat dan timur terlawan.

Tabel V. 16 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Pos Tingkir

PEAK PAGI							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	17	81	2	2	4	12
U	2	27		2	2	4	
T	1	17		2	2	4	
S	3	25		2	2	4	
PEAK SIANG							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	10	59	2	2	4	12
U	2	18		2	2	4	
T	1	10		2	2	4	
S	3	18		2	2	4	

PEAK SORE							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	13	66	2	2	4	12
U	2	20		2	2	4	
T	1	13		2	2	4	
S	3	20		2	2	4	

Sumber : Hasil Analisis

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL
Jalan Cebongan Raya (Barat)	1	17 3 2 2
Jalan Soekarno-Hatta 3 (Utara)	3	27 3 2 2
Jl. Tingkir Raya (Timur)	1	17 3 2 2
Jl.Soekarno-Hatta 4 (Selatan)	2	2 27 3 2

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 6 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Pagi

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL
Jalan Cebongan Raya (Barat)	4	10 3 2 2
Jalan Soekarno-Hatta 3 (Utara)	3	18 3 2 2
Jl. Tingkir Raya (Timur)	2	10 3 2 2
Jl.Soekarno-Hatta 4 (Selatan)	1	2 18 3 2

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 7 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Siang

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL
Jalan Cebongan Raya (Barat)	4	13 3 2 2
Jalan Soekarno-Hatta 3 (Utara)	3	20 3 2 2
Jl. Tingkir Raya (Timur)	2	13 3 2 2
Jl.Soekarno-Hatta 4 (Selatan)	1	2 20 3 2

Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 8 Diagram Waktu Siklus Simpang Pos Tingkir Optimalisasi Sore

c. Kinerja Perubahan Fase

Berikut adalah kinerja simpang setelah dilakukan perubahan waktu siklus tiap simpang.

Tabel V. 17 Tabel Derajat Kejenuhan, Antrian, dan Tundaan Hasil Optimalisasi

Simpang	Indikator Kinerja	Peak Pagi	Peak Siang	Peak Sore
Karangbalong	DS	0,50	0,43	0,40
	Antrian	38,69	9	22,82
	Tundaan	30,97	20,02	31,4
Pos Tingkir	DS	0,67	0,53	0,40
	Antrian	40,27	9,8	25,2
	Tundaan	49,54	30,61	42,28

Sumber : Hasil Analisis

2. Skenario 2 Koordinasi Antar Simpang

Koordinasi simpang dilakukan setelah mencari waktu siklus yang telah dioptimalisasi. Optimalisasi waktu siklus bertujuan untuk mencari waktu siklus yang paling optimal pada kedua simpang.

a. Hasil Optimalisasi Waktu Siklus

1) Simpang Karangbalong

Simpang Karangbalong merupakan simpang dengan empat pendekat. Pengaturan sinyal dilakukan tiga fase namun pada fase pertama dan kedua arus dilepas hampir bersamaan dengan jarak 5 detik. Setelah dilakukan optimalisasi dengan MKJI dihasilkan waktu hijau baru namun tetap dalam pengaturan fase yang sama.

Tabel V. 18 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Karangbalong

PEAK PAGI							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	33	56	2	2	4	8
U	3	10		2	2	4	
T	1	38		2	2	4	
S	3	10		2	2	4	
PEAK SIANG							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	17	33	2	2	4	8
U	3	8		2	2	4	
T	1	17		2	2	4	
S	3	8		2	2	4	
PEAK SORE							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	2	32	60	2	2	4	8
U	3	14		2	2	4	
T	1	37		2	2	4	
S	3	14		2	2	4	

Sumber : Hasil Analisis

Berdasar table di atas maka waktu siklus optimal untuk Simpang Karangbalong pada jam sibuk pagi adalah 56 detik, jam sibuk siang 33 detik, dan jam sibuk sore adalah 60 detik.

2) Simpan Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir dengan empat pendekat diatur dengan tiga fase, dimana arus dari pendekat barat dan timur dilepas bersamaan. Berikut adalah hasil waktu siklus optimal 3 fase Simpang Pos Tingkir setelah dilakukan optimalisasi menggunakan MKJI.

Tabel V. 19 Tabel Waktu Siklus Setelah Optimalisasi Simpang Pos Tingkir

PEAK PAGI							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	17	81	2	2	4	12
U	2	27		2	2	4	
T	1	17		2	2	4	
S	3	25		2	2	4	
PEAK SIANG							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	10	59	2	2	4	12
U	2	18		2	2	4	
T	1	10		2	2	4	
S	3	18		2	2	4	
PEAK SORE							
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	WAKTU HILANG	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	13	66	2	2	4	12
U	2	20		2	2	4	
T	1	13		2	2	4	
S	3	20		2	2	4	

Sumber : Hasil Analisis

Dapat dilihat dari table diatas terlihat bahwa waktu siklus setelah dioptimalkan menggunakan MKJI adalah 81 detik untuk jam sibuk pagi, 59 detik jam sibuk siang, dan 66 detik jam sibuk sore.

Setelah ditemukan waktu siklus koordinasi Langkah selanjutnya adalah menyamakan waktu siklus menggunakan metode *trial and error*. *Trial and error* menggunakan batas atas siklus terpanjang dan batas bawah siklus terpendek. Selanjutnya memppertimbangkan kinerja paling optimal setelah ditemukan waktu siklus yang sama.

b. Waktu siklus Koordinasi

Setelah dilakukan *trial and error* maka didapat waktu siklus dari koordinasinya.

Tabel V. 20 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Karangbalong

Peak Pagi						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	37	64	2	2	8
U	2	19		2	2	
T	1	37		2	2	
S	2	19		2	2	
Peak Sore						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	33	61	2	2	8
U	2	20		2	2	
T	1	33		2	2	
S	2	20		2	2	

Tabel V. 21 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Pos Tingkir

Peak Pagi						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	3	11	64	2	2	12
U	1	21		2	2	
T	3	11		2	2	
S	2	20		2	2	
Peak Sore						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	1	11	61	2	2	12
U	2	18		2	2	
T	1	12		2	2	
S	2	19		2	2	

Sumber : Hasil Analisis

c. Menentukan Waktu Offset

Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Salatiga Tahun 2022 kecepatan di ruas Jalan Tingkir Raya 1 adalah 36 km/jam. Jalan Tingkir Raya segmen 1 adalah jalan penghubung Sipmang Pos Tingkir dan Simpang Karangbalong dengan panjang segmen 250 meter. Jalan Tingkir Raya segmen 1 merupakan pendekat timur Simang Pos Tingkir dan pendekat barat Simpang Karanbalong. Dengan jarak 250 meter dan kecepatan 36 km/jam atau 10 m/s maka didapat waktu offset sebesar

$\frac{250}{10} = 25\ detik.$

1) Peak Pagi

Waktu Siklus Koordinasi

Dari table V.20 dan Tabel V.21, terlihat bahwa waktu siklus sudah sama namun waktu hijau pada pendekat timur kedua simpang memiliki perbedaan yang cukup tinggi. Waktu hijau lengan yang dikoordinasikan harus sama dengan antara kedua simpang dimana simpang yang dikoordiansikan hanya dua (W. McShane R. dan R. Roess P., 1990). Maka diperlukan pengaturan ulang waktu hijau di kedua simpang tanpa merubah waktu siklus. Untuk Simpang Pos Tingkir dilakukan pengurangan fase dari 3 fase menjadi 2 fase untuk dapat meningkatkan waktu hijau pada pendekat timur tanpa merubah waktu siklus.

Tabel V. 22 Waktu Siklus Optimalisasi 2 Fase Simpagn Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	3	6	38	2	2	8
U	1	15		2	2	
T	3	12		2	2	
S	2	15		2	2	

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan table diatas waktu siklus optimalisasi Simpang Pos Tingkir lebih rendah dari waktu siklus Simpang Karangbalong. Penyamaan waktu siklus dilakukan dengan cara waktu siklus yang lebih rendah ditingkatkan hingga sama dengan waktu siklus lebih tingi (Fariz Hidayanto, 2014). Maka waktu siklus koordinasi Simpang Pos Tingkir sebagi berikut.

Tabel V. 23 Waktu Siklus Optimalisasi Koordinasi Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	3	37	64	2	2	8
U	1	19		2	2	
T	3	37		2	2	
S	2	19		2	2	

Sumber : Hasil Analisis

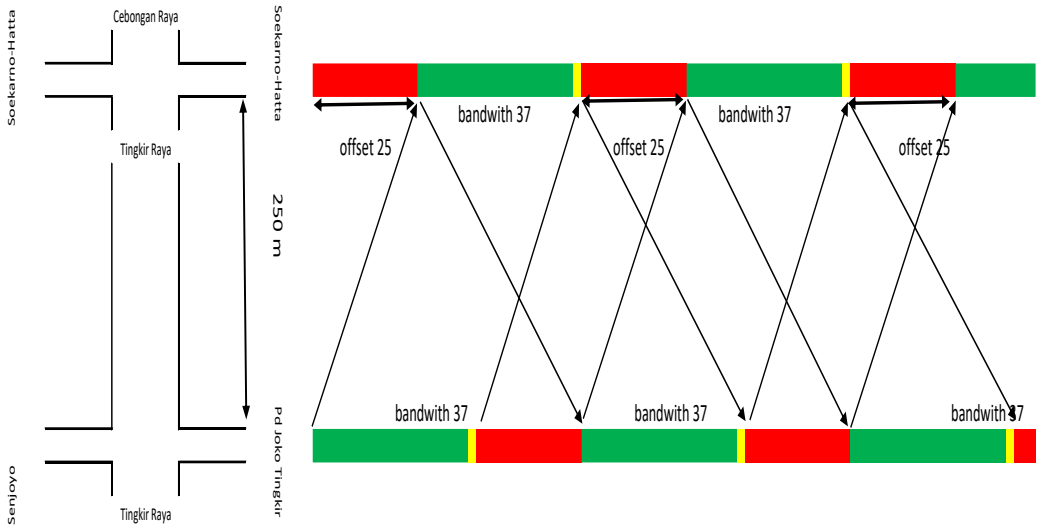
Maka waktu siklus penyesuaian koordinasi jam sibuk pagi dari Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir menghasilkan waktu hijau pada pendekat timur sebagai berikut.

Tabel V. 24 Waktu Siklus Penyesuaian Peak Pagi

Simpang	Waktu Hijau	LTI	Waktu Siklus Penyesuaian Simpang (detik)
Karangbalong	37	8	64
Pos Tingkir	37	8	64

Sumber : Hasil Analisis

Dengan waktu siklus pada pendekat timur masing-masing simpang dapat digambarkan diagram offset sebagai berikut.



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 9 Diagram Offset Peak Pagi

Gambar diatas merupakan diagram offset dari koordinasi Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir pada jam sibuk pagi. Terlihat pada diagram *offset* sebesar 25 detik dan *bandwidth* sebesar 37 detik.

2) Peak Sore

Table V.20 dan Tabel V.21 menunjukan persamaan waktu siklus hasil dari *trial and error* namun selisih waktu hijau pada pendekat timur Simpang Karangbalong serta Simpang Pos Tingkir terlalu tinggi. Maka akan dilakukan penyesuaian waktu siklus pada Simpang Pos Tingkir agar waktu hijau pada pendekat timur sama dengan pendekat timur Simpang Karangbalong.

Tabel V. 25 Waktu Siklus Optimalisasi 2 Fase Simpang Pos Tingkir

Simpang Pos Tingkir						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	3	5	33	2	2	8
U	1	13		2	2	
T	3	12		2	2	
S	2	13		2	2	

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan table diatas waktu siklus optimalisasi Simpang Pos Tingkir lebih rendah dari waktu siklus Simpang Karangbalong. Penyamaan waktu siklus dilakukan dengan cara waktu siklus yang lebih rendah ditingkatkan hingga sama dengan waktu siklus lebih tingi (Fariz Hidayanto, 2014). Maka waktu siklus koordinasi Simpang Pos Tingkir sebagi berikut.

Tabel V. 26 Waktu Siklus Koordinasi Simpang Pos Tingkir Peak Sore

Simpang Pos Tingkir						
PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	WAKTU HIJAU	WAKTU SIKLUS	SEMUA MERAH	AMBER	LTI
		DETIK	DETIK	DETIK	DETIK	
B	3	33	61	2	2	8
U	1	20		2	2	
T	3	33		2	2	
S	2	20		2	2	

Sumber : Hasil Analisis

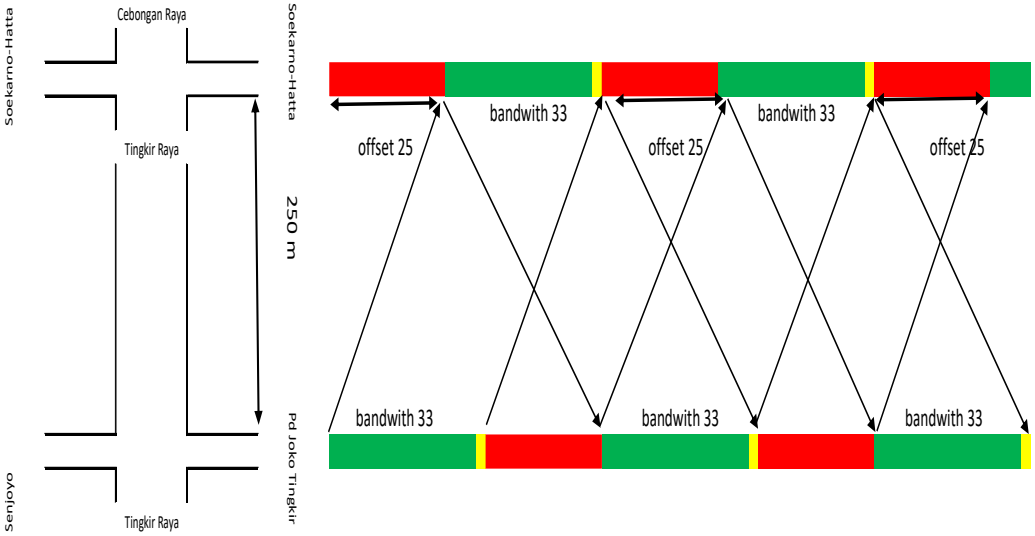
Maka waktu siklus penyesuaian koordinasi jam sibuk pagi dari Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir menghasilkan waktu hijau pada pendekat timur sebagai berikut.

Tabel V. 27 Waktu Siklus Penyesuaian Peak Sore

Simpang	Waktu Hijau	LTI	Waktu Siklus Penyesuaian Simpang (detik)
Karangbalong	33	8	61
Pos Tingkir	33	8	61

Sumber : Hasil Analisis

Dengan waktu siklus pada pendekat timur masing-masing simpang dapat digambarkan diagram offset sebagai berikut.



Sumber : Hasil Analisis

Gambar V. 10 Diagram Offset Peak Sore

Gambar diatas merupakan diagram offset dari koordinasi Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir. Terlihat pada diagram *offset* sebesar 25 detik dan *bandwidth* sebesar 33 detik.

5.4 Perbandingan Skenario

Perbandingan kinerja simpang sebelum dilakukan perbaikan kinerja dengan sesudah dilakukan scenario perbaikan baik optimalisasi mandiri maupun terkoordinasi. Perbandinga kinerja berdasarkan nilai derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan rata-rata.

1. Skenario Perubahan Waktu Siklus Terisolasi

   Berikut hasil rekapitulasi perbandingan kinerja simpang eksisting dan setelah dioptimalisasi terisolasi.

Tabel V. 28 Tabel Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan setelah Optimalisasi

Simpang	Waktu Siklus (s)		Derajat Kejenuhan Rata-rata		Antrian Rata-rata (m)		Tundaan Rata-rata (det/smp)	
	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase
Peak Pagi								
Karangbal	73	60	0,43	0,5	41,98	38,69	38,69	30,97
Pos Tingkir	105	80	0,68	0,67	38,57	40,27	61,13	49,54
Peak Siang								
Karangbal	73	26	0,37	0,43	9,25	9	35,49	20,02
Pos Tingkir	105	65	0,43	0,53	9,5	9,8	49,82	30,61
Peak Sore								
Karangbal	73	59	0,42	0,4	27,57	22,82	36,75	31,4
Pos Tingkir	105	78	0,62	0,64	25,35	25,2	60,34	42,28

Sumber : Hasil Analisis

2. Skenario Koordinasi Simpang

   Berikut hasil rekapitulasi perbandingan kinerja simpang eksisting dan setelah dikoordinasi.

Tabel V. 29 Tabel Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Koordinasi

Simpang	Waktu Siklus (s)		Derajat Kejenuhan Rata-rata		Antrian Rata-rata (m)		Tundaan Rata-rata (det/smp)	
	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase	Eksisting	Perubahan Fase
Peak Pagi								
Karangbal	73	64	0,43	0,47	41,98	38,91	38,96	34,01
Pos Tingkir	105	64	0,68	0,5	38,57	18,12	61,13	51,37
Peak Sore								
Karangbal	73	61	0,42	0,38	27,57	22,81	36,75	31,94
Pos Tingkir	105	61	0,62	0,36	25,35	12,2	60,34	31,39

Sumber : Hasil Analisis

3. Perbandingan Kinerja Eksisting, Optimalisasi Terisolasi, dan Koordinasi Simpang.

Berikut hasil r perbandingan kinerja simpang eksisting, setelah optimalisasi terisolasi, dan setelah dikoordinasi.

Tabel V. 30 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Setelah Optimalsisasi

Simpang	Waktu Siklus (s)			Derajat Kejenuhan Rata-rata			Antrian Rata-rata (m)			Tundaan Rata-rata (det/smp)		
	Eksisting	Optimalisasi Terisolasi	Koordinasi Simpang	Eksisting	Optimalisasi Terisolasi	Koordinasi Simpang	Eksisting	Optimalisasi Terisolasi	Koordinasi Simpang	Eksisting	Optimalisasi Terisolasi	Koordinasi Simpang
Karangbalong	73	60	64	0,43	0,5	0,47	41,98	38,69	38,91	38,69	30,97	34,01
Pos Tingkir	105	80	64	0,68	0,67	0,5	38,57	40,27	18,12	61,13	49,54	51,37

Sumber : Hasil Analisis

5.5 Perkiraan Kinerja Simpang Karagnbalong dan Pos Tingkir 5 Tahun Kedepan

1. Kondisi Eksisting 5 Tahun Mendatang

Dalam disain prasarana lalu lintas diperlukan perkiraan kesesuaiannya dala 5 tahun mendatang apakah masih layak atau tidak. Peningkatan volume lalu lintas diasumsikan memeiliki kesamaan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang ada di Kota Salatiga.

Tabel V. 31 Tabel Pertumbuhan Kendaraan Kota Salatiga Tahun 2017-2021

KENDARAAN		
TAHUN	JUMLAH	i
2017	7,025	-0.07531
2018	6,533	0.07307
2019	7,048	-0.68170
2020	4,191	0.25902
2021	5,656	0.81427
i RATA-RATA		0.07787
i PERSENTASE		8%

Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Salatiga 2021

Pada table diatas melihatkan perkembangan jumlah kendaaraan dari tahun 2017 hingga 2021 dan didapat kenaikan rata-rata jumlah kendaraan sebesar 8%. Sehingga perkiraan jumlah

kendaraan yang melewati Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir ditampilkan pada table berikut :

Tabel V. 32 Volume Lalu Lintas Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang

Arah	Barat				Utara				Timur				Selatan			
	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
BELOK KIRI	54	66	9	0	27	45	27	0	20	30	0	0	21	12	3	0
LURUS	159	192	71	4	15	24	13	0	97	203	70	6	36	39	3	0
BELOK KANAN	33	33	1	0	33	50	32	0	56	155	4	2	10	8	0	0
Total	1.242	1.798	671	7	619	1.049	472	0	942	2.337	467	43	659	511	76	0
	3.719				2.140				3.789				1.246			
	417								10.894							

Sumber : Hasil Analisis

Untuk Simpang Pos Tingkir sebagai berikut :

Tabel V. 33 Volume Lalu Lintas Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang

Arah	Barat				Utara				Timur				Selatan			
	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM	MC	LV	HV	UM
BELOK KIRI	23	25	0	0	75	119	46	0	81	126	26	0	21	16	11	0
LURUS	15	19	0	0	99	159	60	0	19	11	0	0	89	178	67	0
BELOK KANAN	19	24	0	0	4	20	9	0	89	133	31	0	67	133	52	0
Total	304	330	0	0	1.385	2.502	1.027	0	1.881	2.746	610	0	1.380	2.742	1.156	0
	634				4.914				5.237				5.277			
	581								16.063							

Sumber : Hasil Analisis

a. Kapasitas Simpang

Terdapat perubahan arus dasar (So) pada Simpang Karangbalong pada tahun 2027. Sehingga arus jenuh juga ikut berubah dan dapat disaksikan pada table berikut :

Tabel V. 34 Tabel Arus Jenuh Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang

PENDEKAT	LEBAR EFEKTIF	ARUS DASAR	FAKTOR SAMPING						ARUS JENUH
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
B	4,00	1.600	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	1.169
U	3,00	1.650	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	1.274
T	3,00	1.580	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	1.154
S	2,5	1.470	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	1.135

Sumber : Hasil Analisis

Pada Simpang Pos Tingkir juga mngalami perubahan sehingga arus jenuh berubah sebagai berikut :

Tabel V. 35 Tabel Arus Jenuh Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang

PENDEKAT	LEBAR EFEKTIF	ARUS DASAR	FAKTOR SAMPING						ARUS JENUH
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
B	4,00	1.050	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	810
U	3,00	3.000	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	2.194
T	3,00	2.290	0,83	0,88	1,00	1,00	1	1	1.768
S	2,5	3.000	0,83	0,93	1,00	1,00	1	1	2.522

Sumber : Hasil Analisis

b. Derajat Kejenuhan

Dengan perubahan niali arus jenuh maka terjadi perubahan pada derajat kejenuhan Simpang Karangbalong sebagai berikut :

Tabel V. 36 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang

KARANGBALONG						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOLUME (Q)	ARUSJENUH (S)	KAPASITAS (C)	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Tingkir Raya	B	35	553	1.169	560	0,99
Pd. Joko Tingkir	U	23	183	1.274	401	0,46
Tingkir Raya	T	43	635	1.154	680	0,93
Senjoyo	S	23	113	1.135	358	0,31

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa derajat kejenuhan tertinggi berada di pendekat barat dengan 0,99.

Pada Simpang Pos Tingkir juga mengalami perubahan sehingga memiliki derajat kejenuhan sebagai berikut :

Tabel V. 37 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang

POS TINGKIR						
NAMA JALAN	PENDEKAT	WAKTU HIJAU	VOLUME (Q)	ARUSJENUH (S)	KAPASITAS (C)	DERAJAT KEJENUHAN
			SMP/JAM	SMP/JAM	SMP/JAM	
Tingkir Raya	B	35	87	810	154	0,56
Pd. Joko Tingkir	U	23	530	2.194	731	0,73
Tingkir Raya	T	43	319	1.768	337	0,95
Senjoyo	S	23	576	2.522	841	0,68

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa derajat kejenuhan tertinggi berada di pendekat timur dengan 0,95.

c. Antrian Rata-Rata

Perkiraan antrian rata-rata pada 5 tahun mendatang di Simpang Karangbalong sebagai berikut :

Tabel V. 38 Tabel Antrian Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian QL (meter)
TINGKIR RAYA	B	103,61
PD JOKO TINGKIR	U	22,29
TINGKIR RAYA	T	116,49
SENJOYO	S	14,40

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa antrian terpanjang berada di pendekat timur dengan 116,49 meter.

Perkiraan antrian rata-rata pada 5 tahun mendatang di Simpang Pos Tingkir sebagai berikut :

Tabel V. 39 Tabel Antrian Simpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang

Nama Jalan	Pendekat	Panjang Antrian QL (meter)
CEBONGAN RAYA	B	17,13
SOEKARNO-HATTA	U	54,71
TINGKIR RAYA	T	58,13
SOEKARNO-HATTA	S	58,21

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa antrian terpanjang berada di pendekat selatan dengan 58,21 meter.

d. Tundaan Rata-Rata

Untuk tundaan dalam 5 tahun mendatang pada Simpang Karangbalong adalah sebagai berikut :

Tabel V. 40 Tabel Tundaan Simpang Karangbalong 5 Tahun Mendatang

Nama Jalan	**Pendekat**	**Tundaan D DET/SMP**
TINGKIR RAYA	B	103,87
PD JOKO TINGKIR	U	35,04
TINGKIR RAYA	T	67,09
SENJOYO	S	32,55

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa tundaan tertinggi berada di pendekat barat dengan 103,87 det/smp

Untuk tundaan dalam 5 tahun mendatang pada Simpang Pos Tingkir adalah sebagai berikut :

Tabel V. 41 Tabel TundaanSimpang Pos Tingkir 5 Tahun Mendatang

Nama Jalan	**Pendekat**	**Tundaan D DET/SMP**
CEBONGAN RAYA	B	50,21
SOEKARNO-HATTA	U	55,54
TINGKIR RAYA	T	110,52
SOEKARNO-HATTA	S	55,88

Sumber : Hasil Analisis

Terlihat bahwa tundaan tertinggi berada di pendekat timur dengan 110,52 det/smp

2. Perkiraan Kinerja Koordinasi 5 Tahun Mendatang

Dengan bandwith dan offset yang sama maka kinerja dari Simpang Karangbalong dan Pos Tingkir Setelah dilakukan koordinasi adalah sebagai berikut :

Tabel V. 42 Tabel Kinerja Koordinasi 5 Tahu Mendatang

Simpang	Indikator Kinerja	Nilai
Karangbalong	DS	0,72
	Antrian (m)	53,71
	Tundaan (det/smp)	53,79
Pos Tingkir	DS	0,59
	Antrian (m)	34,18
	Tundaan (det/smp)	61,43

Sumber : Hasil Analisis

Tabel diatas menunjukan kinerja dari Simpang Karangbalong berada pada LOS E dengan tundaan 53,79 det/smp dan pada Simpang Pos Tingkir LOS F dengan tundaan 61,43 det/smp.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa yang telah dilakukan untuk pemecahan masalah, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kinerja Simpang Karangbalong dan Simpang Pos Tingkir setelah dilakukan analisis menggambarkan kondisi persimpangan yang ada saat ini, maka didapatkan kinrja persimpangan sebagai berikut :
   a) Simpang Karangbalong yang merupakan pintu masuk menuju Kota Salatiga memiliki derajat kejenuhan 0,43, dengan antrian kendaraan rata-rata 41,98 meter dimana antrian terpanjang berada di pendekat timur sepanjang 81,15 meter, dan tundaan 38,69 det/smp. Maka dapat dipastikan tingkat pelayanan simpang karang balong sesuai PM 95 Tahun 2015 adalah "D".
   b) Simpang Pos Tingkir memiliki derajat kejenuhan 0,68, dengan antrian rata-rata 38,57 meter dengan antrian terpanjang 58,67 meter, dan tundaan sebesar 61,13 det/smp sehingga tingkat pelayana simpang ini adalah "F".
2. Setelah dilakukan optimalisasi secara terisolasi dan terkoordinasi maka didapatkan kinerja simpang sebagai berikut
   a) Setelah optimalisasi secara terisolasi pada Simpang Karangbalong menghasilkan tundaan sebesar 30,97 det/smp pada peak pagi LOS "D", 20,02 det/smp pada peak siang LOS "C", 31,4 det/smp pada peak sore LOS "D".
   b) Keadaan Simpang Pos Tingkir setelah dioptimalisasi menghasilkan jumlah tundaan 49,54 det/smp LOS "E" peak pagi, 30,61 det/smp peak siang dengan LOS "D", dan 42,28 det/smp peak sore LOS "E".
   c) Keadaan Simpang Karangbalong setelah dilakukan terkoordinasi menghasilkan tundaan sebesar 34,59 det/smp pada peak pagi dengan LOS "D" dan 31,94 det/smp pada peak sore dengan LOS"D".

d) Keadaan Simpang Pos Tingkir setelah terkoordinasi menghasilkan tundaan sebesar 51,37 det/smp peak pagi LOS"E" dan 31,39 det/smp pada peak sore dengan LOS "D".

3. Setelah dilakukan optimalisasi secara terisolasi maupun terkoordinasi dapat disbandingkan kinerjanya sebelum dan sesudah koordinasi, dengan hasil sebagai berikut :
   a) Simpang Karangbalong mengalami penurunan tundaan setelah dioptimalisasi secara terisolasi pada peak pagi sebesar 20%, tundaan peak siang turun sebesar 44%, dan .pada peak sore tundaan mengalami penurunan sebesar 15%
   b) Setelah dilakukan optimalisasi terisolasi Simpang Pos Tingkir mengalami penurunan tundaan peak pagi sebesar 19%, peak siang sebesar 39%, dan peak sore sebesar 30%.
   c) Penurunan tundaan Simpang Karangbalong setelah dilakukan koordinasi pada peak pagi sebesar 13% dan pada peak sore sebesar 13%.
   d) Penurunan tundaan Simpang Pos Tingkir setelah terkoordinasi sebesar 16% pada peak pagi dan 48% pada peak sore.

6.2 Saran

Dari analisis yang telah dilakukan didapatkan saran dan masukan berupa :

1. Perlu dikalukan system optimalisasi waktu siklus secara terisolasi pada kedua simpang dikarenakan memiliki kinerja lebih baik dari koordinasi simpang.
2. Dapat dilakukan pemasangan alat pengendali lalu lintas berbasis teknologi untuk mengoptimalkan koordinasi dan kinerja simpang seperti ATCS (*Area Traffic Control System*).
3. Dilakukan survei volume lalu lintas secara berkala baik secara manual di lapangan maupun menggunakan ATCS untuk mendapatkan waktu siklus yang lebih sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

____,2016. RENCANA INDUK JALAN KOTA SALAIGA, Klana Prana, Salatiga

____,2020. Kajian Perkerasan Jalan di Kota Salatiga. BAPPEDA, Salatiga.

_____, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Direktorat Jenderal Bina Marga , Jakarta.

_____, 2009, Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan,Jakarta: Kementerian Perhubungan.

_____, 2022, Laporan Umum Tim PKL Kota Salatiga Angk. XLI. STTD, Bekasi.

AASHTO, 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington DC.

Darat, D. P. ,1996. Pedoman Teknis Perekayasaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

Hasanudin, M. A. U., Timboeleng, J. A., & Longdong, J. ,2019,. ANALISA KINERJA LALU LINTAS PERSIMPANGAN LENGAN EMPAT TAK BERINYAL (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjer). Manado.

Khisty, C. J., & Ayvalik, C. K. ,2003,. Automobile dominance and the tragedy of the land-use/transport system: Some critical issues. Systemic Practice and Action Research, USA.

Khisty, C. Jotin & Lall, B. Kent, 2005, Dasar – dasar Rekayasa Transportasi, Jakarta

McShane, W. R and Roess, R. P ,1990,. Traffic Engineering. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Munawar, A. ,2006,. Manajemen Lalu Lintas Perkotaan Cetakan Kedua. Penerbit Beta Offset, Jogjakarta.

Munir, A. M., Hadiyanto, F., Riyanto, B., & Yulipriyono, E. E. ,2014,. Analisis Dan Koordinasi Simpang Kartini Dan Simpang Sidodadi, Semarang. Jurnal Karya Teknik Sipil, Semarang.

Papacostas, C.S and Prevedouros, P.D. 2005. Transportation Engineering and Planing, Singapura.

Romadhona, P. J., & Zainuri, M. A. ,2019. PENINGKATAN KINERJA SIMPANG DENGAN KOORDINASI SINYAL LALU LINTAS DI SIMPANG BPK DAN BADRAN YOGYAKARTA. Jurnal Teknik Sipil, Jogjakarta

Taylor, M & Young, W. 1996, Understanding Traffic System. Averbury Technical, Sydney.

Widodo, A., Maryuani, W. P., & Yuwana, D. S. A. ,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, Magelang.

Wijaya, H., & Susilo, B. H. ,2020. Evaluasi Kinerja Operasi Simpang pada Jalan Pasir Kaliki Menggunakan Software Vissim. Jurnal Teknik Sipil, Bandung

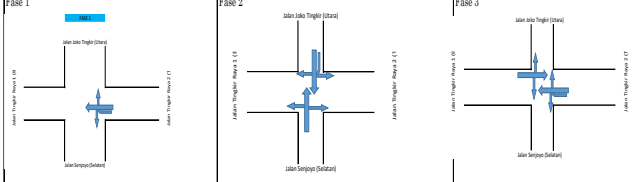
LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Pagi

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 00-Jan-00	
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
	Simpang : SIMPANG KARANGBALONG	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4



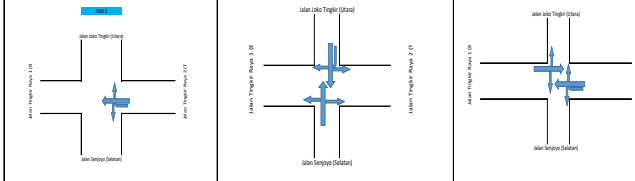
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau									Arus Lalu Lintas (smp/jam) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi							Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	So	Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlawan	0,21	0,21	0,21	53	153	4,00	1.800	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1.315	377	0,29	0,35	35	630	0,60
B	2	Terlawan	0,27	0,37	0,43	86	10	3,00	1.670	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.289	125	0,10	0,12	23	406	0,31
C	3	Terlawan	0,08	0,08	0,34	159	30	3,00	1.600	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1.169	432	0,37	0,45	43	688	0,63
D	2	Terlawan	0,28	0,28	0,14	15	71	2,50	1.550	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.196	77	0,06	0,08	23	377	0,20
Waktu Hilang Total L/T			**9**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**101**									**IFR =**			**Rata - rata D/S**	**0,43**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**73**									**Σ Fr$_{crit}$**	**0,22**			

Lampiran 2 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Siang

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 00-Jan-00	
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
	Simpang : SIMPANG KARANGBALONG	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4



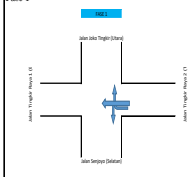
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau									Arus Lalu Lintas (smp/jam) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi							Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	So	Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlawan	0,38	0,38	0,38	214	253	4,00	1.800	0,86	0,88	1,00	1,00	1,15	0,94	1.476	226	0,15	0,24	35	708	0,32
B	2	Terlawan	0,23	0,26	0,23	135	67	3,00	1.670	0,86	0,93	1,00	1,00	1,14	0,96	1.465	181	0,12	0,19	23	462	0,39
C	3	Terlawan	0,28	0,28	0,32	268	183	3,00	1.600	0,86	0,88	1,00	1,00	1,14	0,96	1.314	368	0,28	0,43	43	774	0,48
D	2	Terlawan	0,19	0,19	0,02	96	171	2,50	1.550	0,86	0,93	1,00	1,00	1,16	0,97	1.393	126	0,09	0,14	23	439	0,29
Waktu Hilang Total L/T			**9**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**82**									**IFR =**			**Rata - rata D/S**	**0,37**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**73**									**Σ Fr$_{crit}$**	**0,65**			

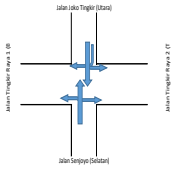
Lampiran 3 Tabel Sig IV Simpang Karangbalong Sore

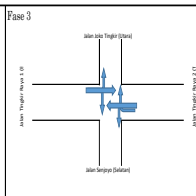
Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 00-Jan-00	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	
	Simpang : SIMPANG KARANGBALONG	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4







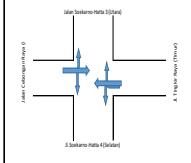
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh	Faktor-faktor koreksi						Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Dasar (smp/jam)	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
									So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlawan	0,20	0,20	0,11	49	113	4,00	1.800	0,86	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1.362	361	0,27	0,36	35	653	0,55
B	2	Terlawan	0,38	0,39	0,16	36	29	3,00	1.670	0,86	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.336	180	0,13	0,18	23	421	0,43
C	3	Terlawan	0,10	0,10	0,25	138	36	3,00	1.600	0,86	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1.211	321	0,27	0,36	43	713	0,45
D	2	Terlawan	0,43	0,43	0,25	33	32	2,50	1.550	0,86	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.240	95	0,08	0,10	23	391	0,24
Waktu Hilang Total LT			**9**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**72**								**IFR =**	**0,74**		**Rata - rata D/S**		**0,42**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**79**								**E Fr_{crit}**					

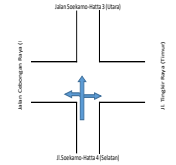
Lampiran 4 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Pagi

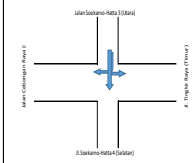
Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 10-Mar-22	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	
	Simpang : SIMPANG TINGKIR	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4







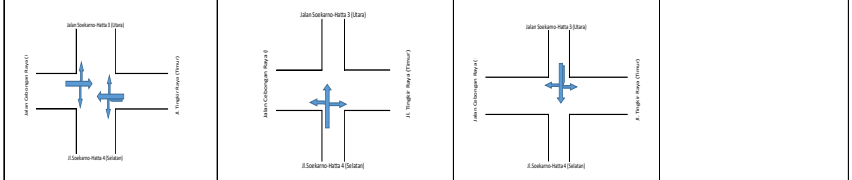
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh	Faktor-faktor koreksi						Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Dasar (smp/jam)	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
									So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	S	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlindung	0,38	0,38	0,37	33	153	2,50	1.050	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	810	56	0,07	0,09	20	154	0,36
B	2	Terlindung	0,41	0,41	0,08	37	240	3,00	3.000	0,83	0,93	1,00	1,00	1,01	0,93	2.194	567	0,26	0,35	35	731	0,78
C	3	Terlindung	0,45	0,45	0,29	193	25	4,50	1.700	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.312	217	0,17	0,22	20	250	0,87
D	4	Terlindung	0,08	0,08	0,40	294	34	5,00	3.000	0,83	0,93	1,00	1,00	1,10	0,99	2.322	616	0,24	0,33	35	841	0,73
Waktu Hilang Total LT			**11**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**82**								**IFR =**	**0,74**		**Rata - rata D/S**		**0,68**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**105**								**E Fr_{crit}**					

Lampiran 5 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Siang

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 10-Mar-22	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	
	Simpang : SIMPANG TINGKIR	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4



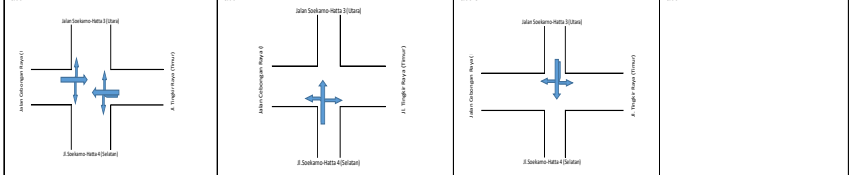
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	So	Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	S	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlindung	0,37	0,37	0,02	19	130	2,50	1.050	0,86	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	858	37	0,04	0,095569	20	163	0,22
B	2	Terlindung	0,41	0,41	0,04	17	143	5,00	3.000	0,86	0,95	1,00	1,00	1,01	0,93	2.314	333	0,14	0,32	35	771	0,43
C	3	Terlindung	0,46	0,46	0,47	149	14	5,00	1.700	0,86	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1.389	172	0,12	0,28	20	265	0,65
D	4	Terlindung	0,08	0,08	0,40	166	15	5,00	3.000	0,86	0,95	1,00	1,00	1,10	0,99	2.671	362	0,14	0,30	35	890	0,41
Waktu Hilang Total LT			**11**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**89**								**IFR =**	**0,65**		**Rata - rata D/S**		**0,43**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**105**								**$\sum$ FR$_{crit}$**					

Lampiran 6 Tabel Sig IV Simpang Pos Tingkir Sore

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal : 10-Mar-22	TIM PKL KOTA SALATIGA 2022
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS	Kota : SALATIGA	
	Simpang : SIMPANG TINGKIR	

Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4



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) disesuaikan dengan tipe pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Frcrit	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan
						Arah Dari	Arah Lawan		Nilai Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Nilai Arus Jenuh (smp/jam)						
										Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	So	Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	S	Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
A	1	Terlindung	0,43	0,43	0,02	31	171	2,50	1.050	0,83	0,95	1,00	1,00	1,08	0,93	835	56	0,07	0,103	20	158	0,35
B	2	Terlindung	0,41	0,41	0,06	34	207	5,00	3.000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,01	0,93	2.244	479	0,21	0,33	35	741	0,65
C	3	Terlindung	0,46	0,46	0,48	208	21	5,00	1.700	0,83	0,95	1,00	1,00	1,12	0,93	1.397	235	0,17	0,26	20	264	0,89
D	4	Terlindung	0,08	0,08	0,40	247	29	5,00	3.000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,10	0,99	2.578	514	0,20	0,31	35	851	0,60
Waktu Hilang Total LT			**11**	**Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)**					**81**								**IFR =**	**0,65**		**Rata - rata D/S**		**0,62**
LTI (det)				**Waktu siklus disesuaikan (c) (det)**					**105**								**$\sum$ FR$_{crit}$**					

Lampiran 7 Lembar Asistensi

SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT

STTD

KARTU ASISTENSI

NAMA : YOGA SATRIA PANGESTU
NOTAR : 19 02 374
PROGRAM STUDI : MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
DOSEN : Dr. AAN SUNANDAR, M.M / WISNU HANDOKO, MM
SEMESTER : 6 (ENAM)
TAHUN AJARAN : 2021 / 2022

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	30/6 2022	Membuat bagan alir, metode penelitian, arahan penggunaan software yang digunakan.	Azins	1	03/07 2022	Bimbingan tata naskah penulisan kkw	
2	6/7 2022	Pemaparan progres pengerjaan kertas kerja wajib, koreksi bagan alir penempatan posisi data primer dan sekunder, koreksi presentasi	Aah	2	10/07 2020	Sistematika penulisan Bab I – II	
3	12/7 2022	Optimalisasi setiap 3 fase dibuat 4 fase untuk perbandingan; koordinasi pakai Transyt kr & "Trial and error" untuk perbandingan		3	30/07 2020	Sistematika penulisan Bab III – IV	
4	28/7 2022	Cek hasil Analisis Optimalisasi waktu siklus; Cek Analisis koordinasi simpang mengenai perubahan fase simpang Pos Tingkir		4	31/07 2020	Perbaikan identifikasi masalah, rumusan masalah, kesimpulan	

	OPTIMALISASI SIMPANG KARANGBALONG DAN POS TINGKIR DI KOTA SALATIGA	**Disusun Oleh :** **YOGA SATRIA PANGESTU** **19.02.374**	**PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD BEKASI – 2022**	