

**OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT  
KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO**

**KERTAS KERJA WAJIB**



Diajukan Oleh :

**BARRYANA KINASIH**

**NOTAR : 19.02.068**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN  
TRANSPORTASI JALAN**

**BEKASI**

**2022**

# **OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO**

## **KERTAS KERJA WAJIB**

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



Diajukan Oleh :

**BARRYANA KINASIH**

**NOTAR : 19.02.068**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN  
TRANSPORTASI JALAN**

**BEKASI**

**2022**

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT**  
**KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

**BARRYANA KINASIH**

**Nomor Taruna : 19.02.068**

Telah Disetujui Oleh :

**PEMBIMBING I**



**FERI WISUDAWANTO, MT**

Tanggal : 1 Agustus 2022

**PEMBIMBING II**



**VERONICA, MM**

Tanggal : 1 Agustus 2022

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI**  
**KABUPATEN SUKOHARJO**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Program Studi Diploma III  
Manajemen Transportasi Jalan Oleh :

**BARRYANA KINASIH**

**Nomor Taruna : 19.02.068**

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI**  
**PADA TANGGAL 3 AGUSTUS 2022**  
**DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

PEMBIMBING I



**FERI WISUDAWANTO, MT**  
**NIP. 19760314 199803 1 003**

Tanggal : 18 Agustus 2022

PEMBIMBING II



**VERONICA, MM**  
**NIP. 19830524 200604 2 001**

Tanggal : 18 Agustus 2022

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

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI**  
**KABUPATEN SUKOHARJO**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

**BARRYANA KINASHI**

**Nomor Taruna: 19.02.068**

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI**  
**PADA TANGGAL 3 AGUSTUS 2022**  
**DAN DINYATAKAN LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**Dewan Penguji**

<p><b>Penguji I</b></p>  <p><b><u>NYIMAS ARNITA APRILIA, M.Sc</u></b> <b>NIP. 19880411 201801 2 001</b></p>	<p><b>Penguji II</b></p>  <p><b><u>SUDIRMAN ANGGADA, MT</u></b> <b>NIP. 19881005 201012 2 003</b></p>
<p><b>Penguji III</b></p>  <p><b><u>VERONICA, MM</u></b> <b>NIP. 19830524 200604 2 001</b></p>	

**MENGETAHUI,**  
**KETUA PROGRAM STUDI**  
**D.III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**



**RACHMAD SADILI, MT**  
**NIP. 19840208 200604 1 001**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : BARRYANA KINASIH

NOTAR : 19.02.068

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

OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA  
DI KABUPATEN SUKOHARJO

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

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

Bekasi, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

  
BARRYANA KINASIH  
Notar 19.02.068

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : BARRYANA KINASIH

NOTAR : 19.02.068

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

OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA  
DI KABUPATEN SUKOHARJO

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

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

Bekasi, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



BARRYANA KINASIH  
Notar 19.02.068

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) dengan judul "OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO" dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini diajukan dalam rangka penyelesaian studi Program Diploma III Manajemen Transportasi Jalan di Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, guna memperoleh gelar Ahli Madya Transportasi. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Orang tua serta keluarga yang telah senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini.
2. Bapak Ahmad Yani, A.TD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia -STTD.
3. Bapak Rachmat Sadili, MT selaku Kepala Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan.
4. Ibu Khusnul Khotimah, MT selaku Sekretaris Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan.
5. Bapak Feri Wisudawanto, MT dan Ibu Veronica, MM selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.
6. Rekan – rekan taruna/i Politeknik Transportasi Darat Indonesia -STTD.
7. Semua pihak yang ikut berpartisipasi dalam penyusunan Kertas Kerja Wajb (KKW) ini, sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini. Semoga Kertas Kerja Wajib (KKW) ini dapat bermanfaat dan dapat diterapkan untuk membantu dalam pelaksanaan pembangunan di bidang transportasi.

Bekasi, 3 Agustus 2022

Penulis



BARRYANA KINASIH

NOTAR: 19.02.068

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II GAMBARAN UMUM .....</b>	<b>4</b>
2.1 Kondisi Geografis .....	4
2.2 Wilayah Administrasi .....	4
2.3 Kondisi Demografi .....	5
2.4 Kondisi Transportasi .....	7
2.5 Kondisi Wilayah Kajian.....	9
<b>BAB III KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Aspek Legalitas .....	12
3.2 Aspek Teoritis .....	17
3.3 Aspek Teknis.....	20

<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Metode Penelitian .....	36
4.2 Alur Pikir.....	36
4.3 Bagan Alir Penelitian .....	38
4.4 Metode Pengumpulan Data.....	39
4.5 Metode Analisis .....	41
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH .....</b>	<b>42</b>
5.1 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Kondisi Eksisting.....	42
5.2 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo Kondisi Usulan I .....	49
5.3 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo Kondisi Usulan II .....	54
5.4 Analisis Geometrik Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo .....	59
5.5 Perbandingan Kinerja Simpang Kartasura Kabupaten Sukoharjo	64
<b>BAB VI PENUTUP.....</b>	<b>66</b>
6.1 Kesimpulan.....	66
6.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II. 1</b>	Data Jumlah Penduduk Kabupaten Sukoharjo.....	5
<b>Tabel II. 2</b>	Laju Pertumbuhan Penduduk Tahun 2017-2021.....	6
<b>Tabel II. 3</b>	Kepadatan Jumlah Penduduk Jiwa per km <sup>2</sup> Tahun 2021 .....	7
<b>Tabel II. 4</b>	Jumlah Kendaraan Baru di Kabupaten Sukoharjo Tahun 2018 .....	8
<b>Tabel III. 1</b>	Jarak Penempatan Rambu Peringatan .....	16
<b>Tabel III. 2</b>	Waktu Siklus yang Disarankan.....	21
<b>Tabel III. 3</b>	Nilai Normal Waktu Antar Hijau .....	23
<b>Tabel III. 4</b>	Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang.....	24
<b>Tabel III. 5</b>	Penentuan Tipe Pendekat .....	24
<b>Tabel III. 6</b>	Faktor Penyesuaian Ukuran kota (Fcs) .....	26
<b>Tabel III. 7</b>	Faktor Penyesuaian Hambatan Sampang (FSF) .....	27
<b>Tabel III. 8</b>	Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal berdasarkan Tundaan.....	35
<b>Tabel V. 1</b>	Arus Jenuh Dasar Kondisi Eksisting Simpang .....	43
<b>Tabel V. 2</b>	Faktor Hambatan Sampang pada Kondisi Eksisting .....	43
<b>Tabel V. 3</b>	Faktor Belok Kanan pada Kondisi Eksisting.....	44
<b>Tabel V. 4</b>	Faktor Belok Kiri pada Kondisi Eksisting .....	45
<b>Tabel V. 5</b>	Perhitungan Nilai Kapasitas Simpang pada Kondisi Eksisting .....	46
<b>Tabel V. 6</b>	Derajat Kejenuhan Simpang pada Kondisi Eksisting.....	46
<b>Tabel V. 7</b>	Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Eksisting .....	47
<b>Tabel V. 8</b>	Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Eksisting .....	48
<b>Tabel V. 9</b>	Tundaan Simpang pada Kondisi Eksisting.....	48
<b>Tabel V. 10</b>	Perhitungan Nilai Kapasitas Simpang pada Kondisi Usulan I.....	51
<b>Tabel V. 11</b>	Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan I.....	52
<b>Tabel V. 12</b>	Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Usulan I.....	52
<b>Tabel V. 13</b>	Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Usulan I.....	53
<b>Tabel V. 14</b>	Tundaan Rata – Rata Simpang pada Kondisi Usulan I .....	53
<b>Tabel V. 15</b>	Arus Jenuh Dasar pada Kondisi Usulan II.....	56
<b>Tabel V. 16</b>	Kapasitas pada Kondisi Usulan II .....	57
<b>Tabel V. 17</b>	Derajat Kejenuhan Simpang pada Kondisi Usulan II.....	57
<b>Tabel V. 18</b>	Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Usulan II.....	58

<b>Tabel V. 19</b> Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Usulan II .....	58
<b>Tabel V. 20</b> Tundaan Simpang pada Kondisi Usulan II .....	59
<b>Tabel V. 21</b> Ketersediaan Fasilitas Pelengkapan Jalan Pada Kondisi Eksisting ..	60
<b>Tabel V. 22</b> Rekomendasi Rambu Lalu Lintas .....	62
<b>Tabel V. 23</b> Perbandingan Kinerja Simpang Empat Kartasura .....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II. 1</b>	Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Sukoharjo .....	5
<b>Gambar II. 2</b>	Peta Jaringan Jalan Menurut Fungsinya .....	8
<b>Gambar II. 3</b>	Visualisasi Tampak Atas Simpang Empat Kartasura .....	9
<b>Gambar II. 4</b>	Visualisasi Simpang Empat Kartasura.....	10
<b>Gambar II. 5</b>	Layout Simpang Empat Kartasura.....	10
<b>Gambar II. 6</b>	Diagram Fase dan Waktu Siklus Simpang Empat Kartasura .....	11
<b>Gambar III. 1</b>	Jenis Dasar Gerak Kendaraan .....	18
<b>Gambar III. 2</b>	Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal.....	20
<b>Gambar III. 3</b>	Contoh Penggunaan Fase Sinyal .....	22
<b>Gambar III. 4</b>	Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlindung) .....	25
<b>Gambar III. 5</b>	Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlawan) .....	26
<b>Gambar III. 6</b>	Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG).....	28
<b>Gambar III. 7</b>	Faktor Penyesuaian Parkir (FP).....	28
<b>Gambar III. 8</b>	Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT) .....	29
<b>Gambar III. 9</b>	Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT) .....	30
<b>Gambar III. 10</b>	Grafik Jumlah Antrian (NQMAX).....	32
<b>Gambar IV. 1</b>	Bagan Alir Penelitian .....	38
<b>Gambar V. 1</b>	Diagram Fase Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura .....	45
<b>Gambar V. 2</b>	Diagram Fase Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura.....	51
<b>Gambar V. 3</b>	Diagram Fase Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura .....	56
<b>Gambar V. 4</b>	Layout Simpang Empat Kartasura Kondisi Usulan.....	63

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus III. 1</b> .....	21
<b>Rumus III. 2</b> .....	21
<b>Rumus III. 3</b> .....	22
<b>Rumus III. 4</b> .....	23
<b>Rumus III. 5</b> .....	23
<b>Rumus III. 6</b> .....	24
<b>Rumus III. 7</b> .....	24
<b>Rumus III. 8</b> .....	25
<b>Rumus III. 9</b> .....	25
<b>Rumus III. 10</b> .....	25
<b>Rumus III. 11</b> .....	29
<b>Rumus III. 12</b> .....	29
<b>Rumus III. 13</b> .....	30
<b>Rumus III. 14</b> .....	30
<b>Rumus III. 15</b> .....	31
<b>Rumus III. 16</b> .....	31
<b>Rumus III. 17</b> .....	31
<b>Rumus III. 18</b> .....	32
<b>Rumus III. 19</b> .....	32
<b>Rumus III. 20</b> .....	32
<b>Rumus III. 21</b> .....	33
<b>Rumus III. 22</b> .....	33
<b>Rumus III. 23</b> .....	33
<b>Rumus III. 24</b> .....	33
<b>Rumus III. 25</b> .....	34
<b>Rumus III. 26</b> .....	34
<b>Rumus III. 27</b> .....	34
<b>Rumus III. 28</b> .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Inventarisasi Simpang Empat Kartasura.....	70
<b>Lampiran 2</b>	Formulir SIG-II Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura.....	70
<b>Lampiran 3</b>	Formulir SIG-IV Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura .	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Lampiran 4</b>	Formulir SIG-V Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura ..	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Lampiran 5</b>	Formulir SIG-II Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura .....	71
<b>Lampiran 6</b>	Formulir SIG-IV Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura .	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Lampiran 7</b>	Formulir SIG-V Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura.....	72
<b>Lampiran 8</b>	Formulir SIG-II Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura .....	73
<b>Lampiran 9</b>	Formulir SIG-IV Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura .....	74
<b>Lampiran 10</b>	Formulir SIG-V Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura .....	74
<b>Lampiran 11</b>	Lembar Asistensi .....	75

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi adalah pergerakan orang dan barang yang merupakan salah satu elemen penting dalam upaya memperlancar suatu pembangunan dan semua aspek kehidupan. Pertumbuhan penduduk yang berlangsung cukup pesat sangat berdampak besar terhadap perkembangan wilayah Kabupaten Sukoharjo, sehingga perlu dibangun jalan dan infrastruktur yang memadai. Permasalahan di bidang transportasi yang sering ditemui yaitu kemacetan lalu lintas. Masalah ini muncul berawal dari pertumbuhan laju kendaraan yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan infrastruktur atau prasarana jalan serta rendahnya minat terhadap penggunaan angkutan umum. Salah satu dari prasarana jalan yaitu simpang. Simpang merupakan percabangan atau suatu pertemuan dari beberapa jalan yang harus diperhatikan untuk memperlancar lalu lintas. Terjadinya konflik dan hambatan pada simpang mengakibatkan meningkatnya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan pada suatu persimpangan. Salah satunya yakni Simpang Empat Kartasura di Kabupaten Sukoharjo.

Simpang Empat Kartasura di Kabupaten Sukoharjo merupakan simpang yang memiliki 3 fase. Simpang empat ini terletak di wilayah Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo yang merupakan pertemuan Jalan Adi Sumarmo 1 dari arah utara, Jalan Wimboharsono dari arah selatan, Jalan Ahmad Yani 3 dari arah timur, dan Jalan Ahmad Yani 4 dari arah barat, yang menggunakan pengaturan simpang berupa APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas). Berdasarkan analisis Tim PKL Kabupaten Sukoharjo pada perangkaan simpang empat bersinyal, Simpang Empat Kartasura merupakan simpang terendah nomor 2 dimana memiliki derajat kejenuhan 0,94 dan peluang antrian 65 – 120 m pada salah satu kaki simpang. Permasalahan lain pada simpang ini disebabkan karena volume kendaraan

yang tinggi dimana ada pada salah satu kaki simpang yang lebar jalannya belum sesuai dengan volume yang ada yaitu pada kaki pendekat selatan Jalan Wimboharsono.

Dengan hal tersebut pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan belum dapat mengatasi terjadinya konflik pada simpang, derajat kejenuhan, dan tundaan sehingga masih terjadi antrian kendaraan yang panjang terutama pada jam sibuk dan pada kaki simpang yang lebar jalan belum sesuai dengan volume. Oleh karena itu dibutuhkan adanya penelitian tentang kinerja simpang maka dilakukan penelitian dengan judul **"OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO"**

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka terdapat beberapa identifikasi permasalahan, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa tim PKL Kabupaten Sukoharjo, Simpang Empat Kartasura merupakan simpang dengan kinerja terendah kedua yang memiliki DS 0,94 dan panjang antrian 65 – 120 m
2. Kepadatan pada Simpang Empat Kartasura yang memberikan dampak kerugian waktu bagi pengguna jalan
3. Pengaturan waktu siklus pada APILL yang belum disesuaikan dengan volume lalu lintas sehingga mempengaruhi terjadinya konflik dan tundaan pada simpang

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah maka dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja Simpang Empat Kartasura pada kondisi eksisting?
2. Bagaimana upaya untuk mengoptimalkan kinerja Simpang Empat Kartasura?
3. Bagaimana cara mengatasi kondisi Simpang Empat Kartasura setelah adanya peningkatan kinerja agar berkurangnya konflik lalu lintas?

#### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah untuk mengetahui dan melakukan upaya guna meningkatkan kinerja lalu lintas khususnya pada Simpang Empat Kartasura di Kabupaten Sukoharjo.

Tujuan dari penulisan kertas kerja wajib (KKW) ini antara lain :

1. Melakukan analisis dan evaluasi kinerja wilayah Simpang Empat Kartasura
2. Memberikan usulan atau rekomendasi dalam rangka meningkatkan kinerja Simpang Empat Kartasura di Kabupaten Sukoharjo
3. Melakukan pengaturan ulang APILL pada Simpang Empat Kartasura.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengumpulan data, analisis, serta pengolahan data lebih lanjut.

Batasan – batasan yang digunakan antara lain :

1. Penelitian difokuskan terhadap Simpang Empat Kartasura di wilayah kajian yaitu Kabupaten Sukoharjo
2. Ruang lingkup analisis kinerja persimpangan pada kajian ini yaitu:
  - a. Meningkatkan kinerja pada Simpang Empat Kartasura
  - b. Hanya membahas derajat kejenuhan, antrian, tundaan dan geometrik pada simpang
  - c. Mengatur waktu siklus untuk memperoleh kinerja simpang yang optimal

## **BAB II GAMBARAN UMUM**

### **2.1 Kondisi Geografis**

Kabupaten Sukoharjo adalah salah satu dari 35 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Sukoharjo memiliki luas wilayah sebesar 46.666 Ha atau 1,43% luas wilayah Provinsi Jawa Tengah yang terbagi dalam 12 kecamatan dan terbagi menjadi 150 desa dan 17 kelurahan. Kecamatan Polokarto merupakan kecamatan terluas di Kabupaten Sukoharjo, yaitu 6.218 ha (13%), sedangkan yang paling kecil adalah Kecamatan Kartasura seluas 1.923 ha (4%) dari luas Kabupaten Sukoharjo.

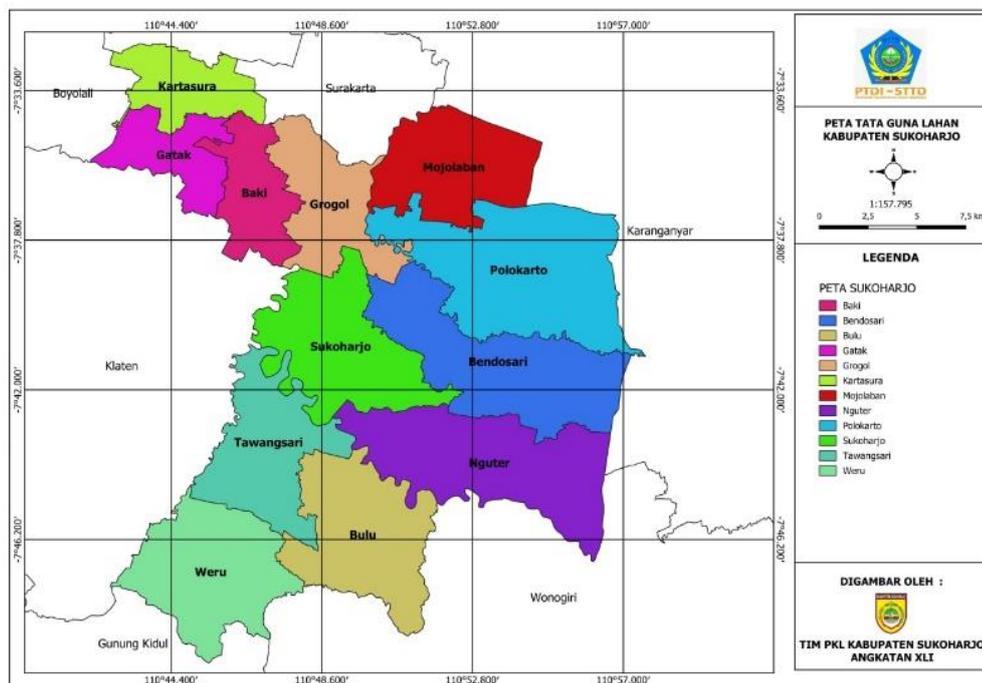
Secara geografis Kabupaten Sukoharjo terletak pada posisi 110° 42' 06.79" Bujur Timur - 110° 57' 33.70" Bujur Timur dan 7° 32' 17.00" Lintang Selatan - 7° 49' 32.00" Lintang Selatan. Berdasarkan letak geografis maka Kabupaten Sukoharjo memiliki iklim tropis. Batas wilayah Sukoharjo secara geografis adalah sebagai berikut:

- a. Bagian Ujung Selatan : 7 49' 32.00" LS
- b. Bagian Unjung Timur : 110 57' 33.70" BT
- c. Bagian Ujung Barat : 110 42' 6.79" BT
- d. Bagian Ujung Utara : 7 32' 17.00" LS

### **2.2 Wilayah Administrasi**

Kabupaten Sukoharjo secara administrasi berbatasan dengan beberapa kabupaten. Berikut ini merupakan batas – batas wilayah Kabupaten Sukoharjo:

- a. Sebelah Utara : Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar
- b. Sebelah Selatan : Kabupaten Gunungkidul dan Kabupaten Wonogiri
- c. Sebelah Timur : Kabupaten Karanganyar
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Klaten dan Kabupaten Boyolali.



Sumber: Hasil Analisis 2022

**Gambar II. 1** Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Sukoharjo

## 2.3 Kondisi Demografi

### 2.3.1 Jumlah Penduduk

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kabupaten Sukoharjo jumlah penduduk Kabupaten Sukoharjo tahun 2021 yaitu 898.634 jiwa.

**Tabel II. 1** Data Jumlah Penduduk Kabupaten Sukoharjo

No	Kecamatan	Pria		Wanita		Jumlah	
		Jumlah	%	Jumlah	%	Kecamatan	%
1	WERU	28.719	49,9%	28.832	50,1%	57.551	6,4%
2	BULU	18.937	50,72%	18.401	49,28%	37.338	4,15%
3	TAWANGSARI	28.293	50,35%	27.896	49,65%	56.189	6,25%
4	SUKOHARJO	48.702	50,07%	48.559	49,93%	97.261	10,82%
5	NGUTER	27.787	50,41%	27.340	49,59%	55.127	6,13%
6	BENDOSARI	31.830	50%	31.824	50%	63.654	7,08%
7	POLOKARTO	43.151	50,21%	42.786	49,79%	85.937	9,56%
8	MOJOLABAN	45.721	49,91%	45.878	50,09%	91.599	10,19%

9	GROGOL	60.447	50.07%	60.266	49,93%	120.713	13,43%
10	BAKI	35.402	50.22%	35.086	49,78%	70.488	7,84%
11	GATAK	26.561	49.95%	26.616	50,05%	53.177	5,92%
12	KARTASURA	54.216	49.47%	55.384	50,53%	109.600	12,2%
<b>Jumlah</b>		<b>449.766</b>	<b>50,05%</b>	<b>448.868</b>	<b>49,95%</b>	<b>898.634</b>	<b>100%</b>

Sumber: Disdukcapil Kabupaten Sukoharjo 2021

### 2.3.2 Pertumbuhan Penduduk

Laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Sukoharjo dari tahun 2017 sampai tahun 2020 mengalami peningkatan namun pada tahun 2021 mengalami penurunan.

**Tabel II. 2** Laju Pertumbuhan Penduduk Tahun 2017-2021

Tingkat Pertumbuhan Penduduk		
Tahun	Jumlah Penduduk	I
<b>2017</b>	878374	
<b>2018</b>	885205	0,0078
<b>2019</b>	891912	0,0076
<b>2020</b>	907587	0,0176
<b>2021</b>	898634	-0,0099
<b>RATA-RATA (i) Penduduk</b>		<b>0,0058</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukoharjo

### 2.3.3 Kepadatan Penduduk

Luas wilayah Kabupaten Sukoharjo sebesar 466,66 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 898.634 jiwa, maka kepadatan penduduk Kabupaten Sukoharjo berada di kisaran 1.926 jiwa/km<sup>2</sup>. Dari 12 kecamatan di Kabupaten Sukoharjo, kepadatan terbesar berada di Kecamatan Kartasura sebesar 5.699 jiwa/km<sup>2</sup> dan terendah di Kecamatan Bulu sebesar 851 jiwa/km<sup>2</sup>.

**Tabel II. 3** Kepadatan Jumlah Penduduk Jiwa per km<sup>2</sup> Tahun 2021

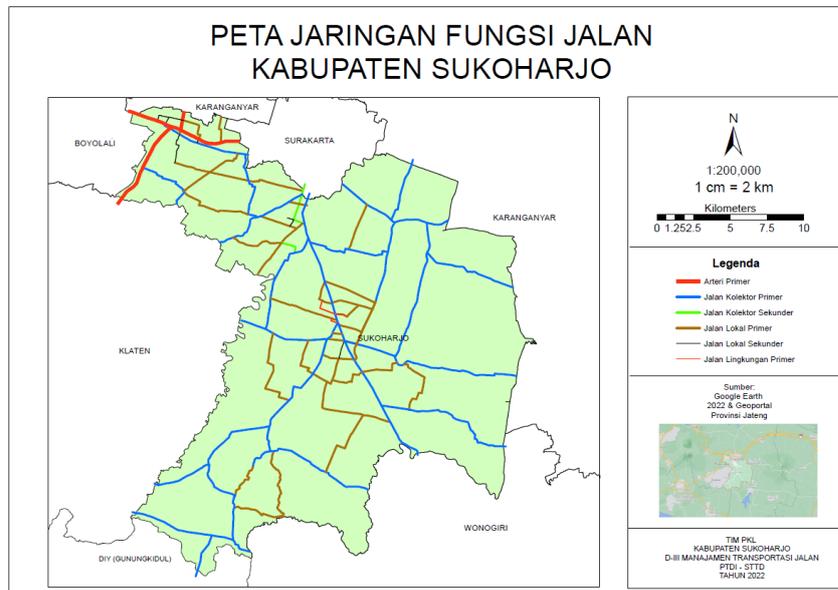
Kecamatan	Luas	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk
	(km <sup>2</sup> )	(jiwa)	(jiwa/km <sup>2</sup> )
W e r u	41,98	57.551	1.371
B u l u	43,86	37.338	851
Tawang Sari	39,98	56.189	1.405
Sukoharjo	44,58	97.261	2.182
Nguter	54,88	55.127	1.005
Bendosari	52,99	63.654	1.201
Polokarto	62,18	85.937	1.382
Mojolaban	35,54	91.599	2.577
Grogol	30,00	120.713	4.024
B a k i	21,97	70.488	3.208
G a t a k	19,47	53.177	2.731
Kartasura	19,23	109.600	5.699
Kab. Sukoharjo	466,66	898.634	1.926

*Sumber: Kabupaten Sukoharjo dalam Angka 2021*

## 2.4 Kondisi Transportasi

### 2.4.1 Jaringan Jalan

Di Kabupaten Sukoharjo terdapat 409 ruas, namun untuk jalan yang dikaji sebanyak 85 ruas terdiri dari 12 jalan arteri, 72 jalan kolektor dan 47 jalan lokal. Dari semua ruas jalan tersebut rata-rata masih dalam kondisi baik, tetapi terdapat beberapa jalan yang kondisinya kurang baik. Tipe perkerasan jalan pada Kabupaten Sukoharjo yaitu berupa aspal. Sedangkan untuk tipe jaringan di Kabupaten Sukoharjo adalah radial dan grid.



Sumber : Hasil Analisis 2022

**Gambar II. 2** Peta Jaringan Jalan Menurut Fungsinya

#### 2.4.2 Jumlah dan Jenis Kendaraan

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

**Tabel II. 4** Jumlah Kendaraan Baru di Kabupaten Sukoharjo Tahun 2018

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

Sumber: Satlantas Polres Kabupaten Sukoharjo

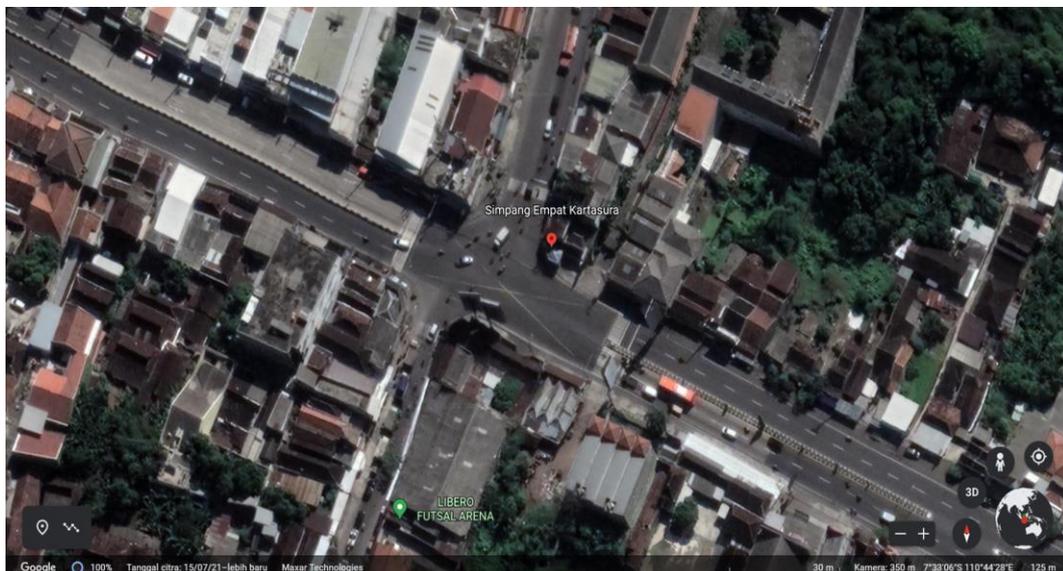
Dari data tabel di atas dapat diketahui bahwa banyaknya kendaraan bermotor yang terdaftar di Polres Kabupaten Sukoharjo pada tahun 2018 peringkat yang paling unggul adalah pertumbuhan kategori Mobil

Penumpang pada tahun 2018 sebesar 8,3. Untuk yang menempati peringkat ke 2 yaitu kategori sepeda motor dengan kenaikan 4,6%. Dengan demikian kepemilikan kendaraan di Kabupaten Sukoharjo dari tahun ke tahun semakin meningkat cukup pesat.

## 2.5 Kondisi Wilayah Kajian

Simpang yang dikaji adalah Simpang Empat Kartasura. Simpang Empat Kartasura merupakan simpang yang terletak pada Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Simpang ini merupakan simpang bersinyal yang memiliki 3 fase dan terdiri dari empat kaki pendekat, dimana pada pendekat utara terdapat Jalan Adi Sumarmo 1, pada pendekat selatan adalah Jalan Wimboharsono, pendekat timur merupakan Jalan Ahmad Yani 3, dan pendekat barat merupakan Jalan Ahmad Yani 4.

Berikut ini merupakan visualisasi Simpang Empat Kartasura yang didapatkan dari visualisasi tampak atas oleh *Google Earth* pada gambar dan foto yang didapatkan dari lapangan, dapat sebagai berikut:



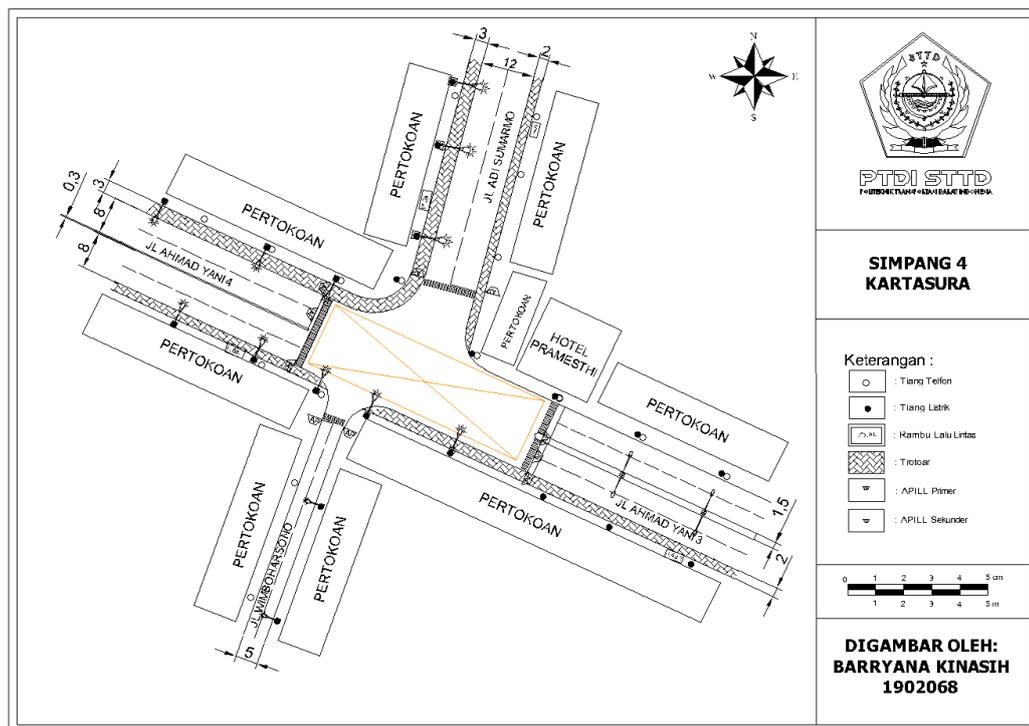
Sumber : *Google Earth*

**Gambar II. 3** Visualisasi Tampak Atas Simpang Empat Kartasura



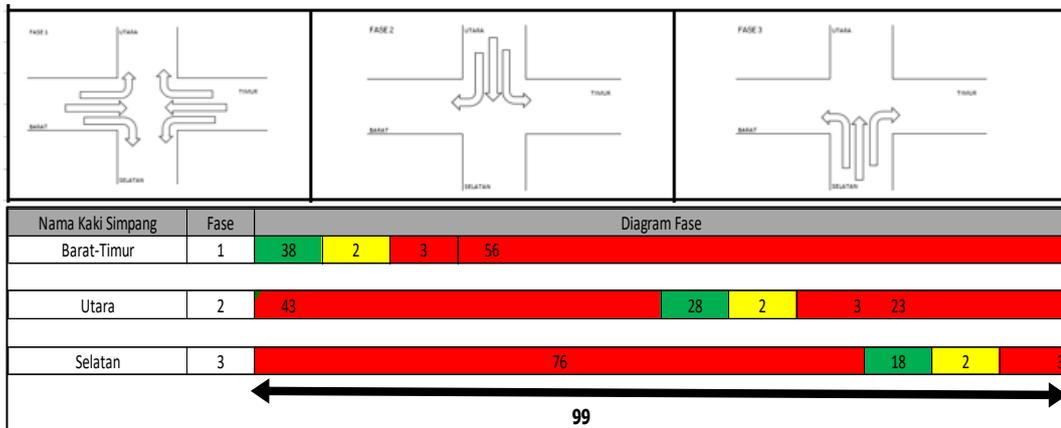
Sumber : Dokumentasi 2022

**Gambar II. 4** Visualisasi Simpang Empat Kartasura



Sumber: Hasil Analisis 2022

**Gambar II. 5** Layout Simpang Empat Kartasura



Sumber : Hasil Analisis 2022

**Gambar II. 6** Diagram Fase dan Waktu Siklus Simpang Empat Kartasura

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Dalam penelitian diperlukan beberapa kajian yang akan digunakan sebagai dasar untuk membahas, menganalisis dan memecahkan masalah yang ada. Kajian tersebut dapat dilihat dari aspek legalitas, aspek teori dan aspek teknis. Berikut ini merupakan aspek – aspek yang digunakan dalam penelitian:

#### **3.1 Aspek Legalitas**

##### **3.1.1 Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan**

**Pasal 3**, Lalu Lintas dan Angkutan Jalan diselenggarakan dengan tujuan sebagai berikut:

1. terwujudnya pelayanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman, selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain untuk mendorong perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan umum, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu menjunjung tinggi martabat bangsa;
2. terwujudnya etika berlalu lintas dan budaya bangsa; dan
3. terwujudnya penegakan hukum dan kepastian hukum bagi masyarakat.

**Pasal 25**, Setiap Jalan yang digunakan untuk kegiatan lalu lintas wajib dilengkapi dengan perlengkapan Jalan berupa:

- a) Rambu Lalu Lintas;
- b) Marka Jalan;
- c) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas;
- d) Alat Penerangan Jalan;
- e) Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan;
- f) Alat Pengawasan dan Pengamanan Jalan;
- g) Fasilitas untuk Sepeda, Pejalan Kaki, dan Penyandang Cacat; dan

h) Fasilitas Pendukung kegiatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang berada di Jalan dan di luar badan Jalan.

**Pasal 93**, Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Manajemen dan rekayasa lalu lintas (MRL) dilakukan dengan:

- a) penetapan prioritas angkutan massal melalui penyediaan lajur atau jalur atau jalan khusus;
- b) pemberian prioritas keselamatan dan kenyamanan Pejalan Kaki;
- c) pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
- d) pemisahan atau pemilahan pergerakan arus Lalu Lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
- e) pepaduan berbagai moda angkutan;
- f) pengendalian Lalu Lintas pada persimpangan;
- g) pengendalian Lalu Lintas pada ruas Jalan; dan/atau
- h) perlindungan terhadap lingkungan.

**Pasal 112 Ayat (3)**, dijelaskan bahwa pada persimpangan jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

**Pasal 116 Ayat (2)**, Selain sesuai dengan Rambu Lalu Lintas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Pengemudi harus memperlambat kendaraannya jika:

- a) akan melewati Kendaraan Bermotor Umum yang sedang menurunkan dan menaikkan Penumpang;
- b) akan melewati Kendaraan Tidak Bermotor yang ditarik oleh hewan, hewan yang ditunggangi, atau hewan yang digiring;
- c) cuaca hujan dan/atau genangan air;

- d) memasuki pusat kegiatan masyarakat yang belum dinyatakan dengan Rambu Lalu Lintas;
- e) mendekati persimpangan atau perlintasan sebidang kereta api; dan/atau melihat dan mengetahui ada Pejalan Kaki yang akan menyeberang

### 3.1.2 Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) merupakan perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan.

**Pasal 17**, Pengaturan waktu siklus Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 dilakukan dengan mempertimbangkan aspek:

- a. makroskopis, yang meliputi:
  - 1. volume lalu lintas yang menuju kaki simpang;
  - 2. volume lalu lintas yang meninggalkan kaki simpang;
  - 3. kapasitas pendekat masing-masing kaki simpang bagi lalu lintas yang mendekati kaki simpang dan yang menjauhi kaki simpang;
  - 4. komposisi lalu lintas kendaraan dan Pejalan Kaki;
  - 5. variasi lalu lintas periodik dan insidental;
  - 6. distribusi arah pergerakan lalu lintas;
  - 7. tundaan dan antrian;
  - 8. kecepatan; dan
  - 9. pengaturan arus lalu lintas.
- b. mikroskopis, yang meliputi:
  - 1. tundaan lalu lintas;
  - 2. konflik lalu lintas; dan
  - 3. percepatan lalu lintas.

### 3.1.3 PM No. 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan

Marka jalan merupakan salah satu perlengkapan jalan yang berupa suatu tanda di permukaan jalan atau di atas dari permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta berupa lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Beberapa jenis marka jalan berupa tanda sebagai berikut:

- a. Marka Membujur ditempatkan sejajar dengan sumbu jalan
- b. Marka Melintang ditempatkan tegak lurus terhadap sumbu jalan
- c. Marka Serong ditempatkan untuk menyatakan suatu daerah yang bukan merupakan jalur lalu lintas.
- d. Marka Lambang merupakan marka berupa gambar yang ditempatkan dengan maksud mengulang atau mempertegas maksud rambu lalu lintas.
- e. Marka Kotak Kuning berupa marka berbentuk segiempat berwarna kuning yang ditempatkan pada wilayah yang berfungsi melarang kendaraan untuk berhenti

**Pasal 53**, dijelaskan bahwa penyelenggaraan marka jalan meliputi kegiatan berupa:

- a. Penempatan;
- b. Pemeliharaan; dan
- c. Penghapusan.

3.1.4 PM No. 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas, disebutkan bahwa rambu merupakan salah satu bagian perlengkapan jalan yang dapat berupa lambang, huruf, angka, kalimat dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, dan petunjuk bagi pengguna jalan.

**Pasal 3**, disebutkan bahwa rambu lalu lintas dibagi berdasarkan jenisnya terdiri dari:

- a. Rambu Peringatan  
Rambu Peringatan merupakan rambu yang digunakan untuk memberi peringatan akan adanya atau kemungkinan dan potensi bahaya di jalan

yang membutuhkan suatu kewaspadaan dari pengguna jalan. Rambu peringatan ditempatkan pada sebelum tempat atau bagian jalan yang berbahaya dengan jarak sesuai dengan tabel berikut:

**Tabel III. 1** Jarak Penempatan Rambu Peringatan

<b>Kecepatan Rencana (km/jam)</b>	<b>Jarak Minimum</b>
> 100	180 m
80 – 100	100 m
60 – 80	80 m
< 60	50 m

*Sumber: Peraturan Menteri No 13 Tahun 2014*

b. Rambu Larangan

Rambu Larangan digunakan untuk menyatakan suatu tindakan atau kegiatan yang dilarang dilakukan oleh pengguna jalan. Rambu larangan diletakkan pada bagian jalan dimulainya larangan dan pada bagian akhirnya rambu larangan yang ditempatkan secara berulang (>15 m) serta dapat dilengkapi dengan papan tambahan. Penempatan rambu larangan diletakkan pada bagian jalan dimulainya larangan dan pada bagian akhirnya rambu larangan yang ditempatkan secara berulang (>15 m) serta dapat dilengkapi dengan papan tambahan.

c. Rambu Perintah

Rambu Perintah digunakan guna menyatakan maksud suatu perintah yang wajib untuk dilakukan oleh pengguna jalan. Rambu perintah ditempatkan sedekat mungkin pada awal bagian jalan dimulainya perintah.

d. Rambu Petunjuk

Rambu Petunjuk dimaksudkan guna menyatakan atau memandu pengguna jalan dalam kegiatan pergerakan untuk memberikan informasi kepada pengguna jalan. Rambu petunjuk ditempatkan pada sisi jalan, pemisah jalan atau di atas daerah manfaat jalan sebelum tempat, daerah atau lokasi yang ditunjuk.

**Pasal 31**, dijelaskan bahwa penyelenggaraan rambu lalu lintas meliputi kegiatan diantaranya:

- a. Penempatan dan Pemasangan;
- b. Pemeliharaan; dan
- c. Penghapusan

**Pasal 33**, diterangkan bahwa penempatan dan pemasangan rambu lalu lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 harus memperhatikan:

- a. desain geometrik jalan;
- b. karakteristik lalu lintas;
- c. kelengkapan bagian konstruksi jalan;
- d. kondisi struktur tanah;
- e. perlengkapan jalan yang sudah terpasang;
- f. konstruksi yang tidak berkaitan dengan Pengguna Jalan; dan
- g. fungsi dan arti perlengkapan jalan lainnya.

## **3.2 Aspek Teoritis**

### **3.2.1 Persimpangan**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, persimpangan merupakan pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Menurut Edward K. Morlok (1991), "persimpangan adalah suatu bentuk pertemuan jalan, dimana setiap mulut simpang memiliki pergerakan lalu lintas, karakteristik, geometrik jalan, dan konflik-konflik tertentu yang terjadi pada suatu persimpangan tersebut". Selain itu persimpangan juga merupakan tempat yang berpotensi akan terjadi kecelakaan, karena di dalamnya terdapat beberapa konflik antara kendaraan dan kendaraan atau kendaraan dengan pejalan kaki akibat pergerakan yang ada dalam suatu simpang.

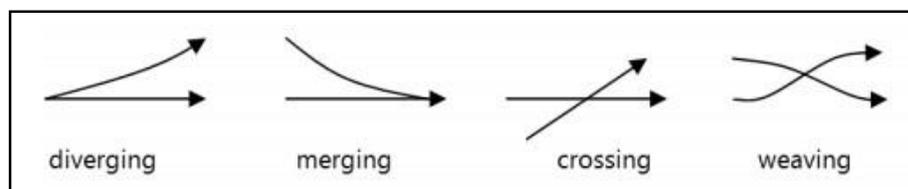
## 1. Kinerja Simpang

Meningkatkan kinerja pada persimpangan dapat dilihat dari segi keselamatan, keamanan, dan efisiensi dengan melakukan pelaksanaan dalam pengendalian persimpangan. Unsur terpenting dalam melaksanakan evaluasi kinerja simpang adalah alat pemberi isyarat lalu lintas (traffic light), kapasitas, dan tingkat pelayanan. Agar kinerja simpang dapat berjalan dengan baik, maka kapasitas dan tingkat pelayanan simpang perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi kinerja simpang dengan penggunaan lampu lalu lintas. Pada penelitian ini, parameter peningkatan kinerja yang digunakan adalah nilai derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.

## 2. Jenis Pengendalian Simpang

Pada pengendalian persimpangan secara umum sasaran yang harus dicapai antara lain:

- 1) Mengurangi serta menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan yang disebabkan oleh adanya titik konflik karena 4 jenis dasar gerakan kendaraan seperti:



**Gambar III. 1** Jenis Dasar Gerak Kendaraan

- 2) Menjaga agar kapasitas pada persimpangan dapat optimal sesuai dengan rencana.
- 3) Harus memberikan petunjuk yang jelas, pasti, dan sederhana guna mengarahkan arus lalu lintas yang menggunakan persimpangan.

Menurut Risdiyanto (2014) adapun jenis simpang dibedakan menjadi:

- a) Simpang Tak Bersinyal (unsignalised intersection)

Pada persimpangan tak bersinyal ini banyak atau sering digunakan pada volume lalu lintas yang rendah. Pada simpang jenis ini hak utama pada simpang diperoleh berdasarkan aturan General Priority Rule, di mana kendaraan yang lebih dulu berada pada simpang

mempunyai hak jalan lebih dahulu, daripada kendaraan yang akan memasuki simpang tersebut.

b) Simpang Bersinyal (signalized intersection)

Pada simpang dengan menggunakan sinyal, arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian yang diatur dengan menggunakan lampu lalu lintas. Arus lalu lintas yang cukup tinggi, sehingga penerapan pengaturan simpang tak bersinyal sudah tidak memadai lagi. Lampu lalu lintas mempunyai fungsi utama sebagai pengatur hak jalan bagi pergerakan lalu lintas termasuk pejalan kaki.

c) Bundaran Lalu Lintas (roundabout)

Bundaran merupakan alternatif lain pengganti lampu lalu lintas. Metode persimpangan dengan bundaran yakni mengendalikan persimpangan dengan cara membatasi alih pergerakan kendaraan sehingga dapat memperlambat kecepatan kendaraan.

d) Simpang Susun (interchange)

Persilangan seringkali disebut dengan bottle neck (bagian yang mempunyai kapasitas terkecil) dimana kapasitas suatu jaringan jalan sering ditentukan oleh kapasitas persilangannya. Oleh karena itu, pada arus lalu lintas yang sangat tinggi, persilangan dibuat tidak sebidang (simpang susun) guna meningkatkan kapasitas dari pada simpangnya.

3. Simpang Bersinyal

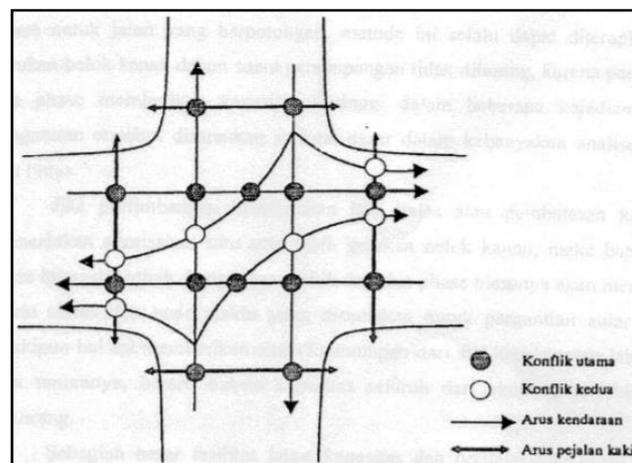
Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang dilengkapi menggunakan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (traffic light). Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau. Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Adapun tujuan penggunaan sinyal lalu lintas atau alat pemberi isyarat lalu lintas pada persimpangan antara lain:

1. Menghindari kemacetan pada simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.

2. Memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, karakteristik simpang bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut:

1. Memisahkan lintasan dari gerakan kendaraan yang salingberpotongan pada kondisi dan waktu yang sama. Hal ini adalah keperluan mutlak bagi gerakan lalu lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan (konflik utama).
2. Memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan dan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang jalan (konflik kedua).



*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

**Gambar III. 2** Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal

### 3.3 Aspek Teknis

#### 3.3.1 Waktu Siklus Fase

##### 1. Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian nyala lampu secara lengkap dari indikasi suatu sinyal. Panjang siklus dalam lampu lalu lintas yang beroperasi tergantung dalam kondisi lalu lintas. Beberapa macam waktu siklus sebagai berikut:

### Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

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

Rumus III. 1

Keterangan:

$c_{ua}$  = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus tersebut

### Waktu Siklus yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan, berdasar waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan.

$$c = \sum g + LTI$$

Rumus III. 2

Berikut merupakan waktu siklus yang disarankan:

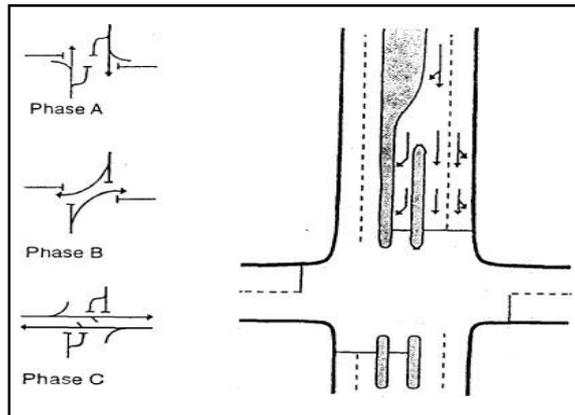
**Tabel III. 2** Waktu Siklus yang Disarankan

<b>Tipe Pengaturan</b>	<b>Waktu Siklus yang Layak (det)</b>
Pengaturan dua-fase	40 – 80
Pengaturan tiga-fase	50 – 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

## 2. Fase

Fase adalah bagian dari siklus-sinyal dengan lampu-hijau disediakan bagi kombinasi tertentu berdasarkan gerakan lalu lintas. Fase merupakan suatu kondisi dari APILL dalam satu waktu siklus yang memberikan hak jalan pada satu atau lebih gerakan lalu lintas tertentu.



Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

**Gambar III. 3** Contoh Penggunaan Fase Sinyal

(a) Waktu Hijau

Waktu hijau adalah fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det). Sedangkan, waktu hijau maksimum merupakan waktu hijau yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.) dan waktu hijau minimum merupakan waktu hijau yang diperlukan.

Berikut merupakan rumus dari waktu hijau:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

Rumus III. 3

Keterangan:

- $g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)
- $c_{ua}$  = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)
- $LTI$  = Waktu hilang total per siklus (detik)
- $PR_i$  = Rasio fase  $FR_{crit} / \sum(FR_{crit})$

(b) Waktu Antar Hijau (Intergreen)

Intergreen merupakan periode waktu antara berakhirnya sinyal hijau pada satu fase sampai dengan awal hijau fase berikutnya secara berurutan.

$$IG = \text{periode kuning} + \text{merah semua}$$

Rumus III. 4

Berikut merupakan nilai normal waktu antar hijau sebagai berikut:

**Tabel III. 3** Nilai Normal Waktu Antar Hijau

<b>Ukuran Simping</b>	<b>Lebar Jalan Rata-Rata</b>	<b>Nilai Normal Waktu Antar Hijau</b>
Kecil	6 -9 m	4 detik/ fase
Sedang	10 -14 m	5 detik/ fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/ fase

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

(c) Waktu Hilang (Lost Time)

Lost Time merupakan jumlah seluruh periode antar hijau pada siklus yang lengkap (det). Perhitungan waktu hilang dapat juga diperoleh berdasarkan beda antara waktu siklus menggunakan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

$$LTI = \Sigma (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING}) = \Sigma IG$$

Rumus III. 5

### 3.3.2 Teori Perhitungan Simping Bersinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas merupakan jumlah unsur pada ruang lalu-lintas yang melalui titik-titik terganggu di hulu, pendekatan per satuan waktu (kend/jam; smp/jam). Untuk perhitungan arus lalu lintas digunakan satuan smp/jam yang dibagi dalam dua tipe yaitu arus terlindung (*protected traffic flow*) dan arus terlawan (*opposed traffic flow*), yang mana tergantung fase sinyal dan gerakan belok kanan. Nilai ekivalensi ini diterangkan dalam tabel di bawah ini:

**Tabel III. 4** Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang

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

Sedangkan untuk tipe pendekat kategori terlindung dan terlawan dapat dilihat dari pola-pola gambar berikut ini:

**Tabel III. 5** Penentuan Tipe Pendekat

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

Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri (PLT), dan rasiobelok kanan (PRT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$PLT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

Rumus III. 6

$$PRT = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

Rumus III. 7

### 3.3.3 Kapasitas Simpang

Kapasitas merupakan kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu yang dapat dipertahankan (smp/jam)

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

Rumus III. 8

### 3.3.4 Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam). Berikut untuk rumus perhitungan arus jenuh:

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

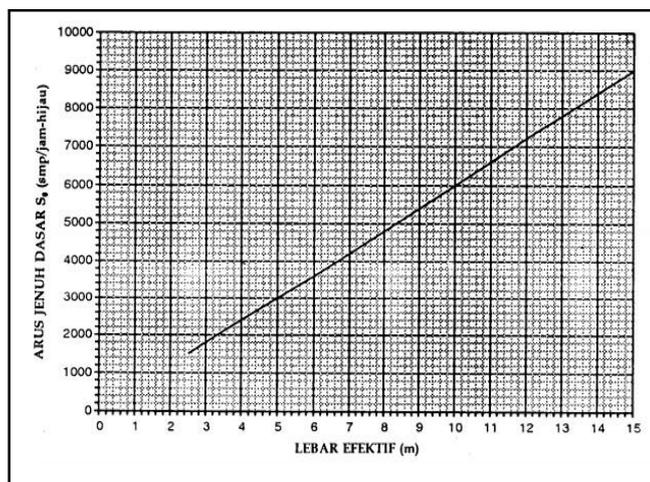
Rumus III. 9

### 3.3.5 Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian pada pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe terlindung dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

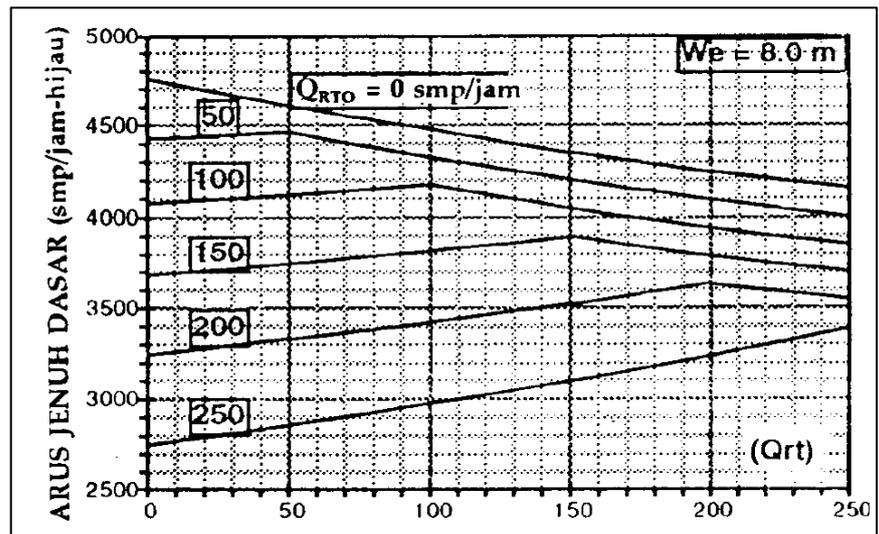
$$S_0 = 600 \times W_e$$

Rumus III. 10



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 4** Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlindung)



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 5** Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlawan)

### 3.3.6 Faktor Penyesuaian.

Faktor penyesuaian merupakan faktor koreksi atau pengali untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai yang sebenarnya dari suatu variabel.

a) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{cs}$ )

Faktor penyesuaian kota merupakan ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan.

**Tabel III. 6** Faktor Penyesuaian Ukuran kota ( $F_{cs}$ )

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	$F_{cs}$
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

b) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )

Faktor hambatan samping merupakan kegiatan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekatan. Dalam hal ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

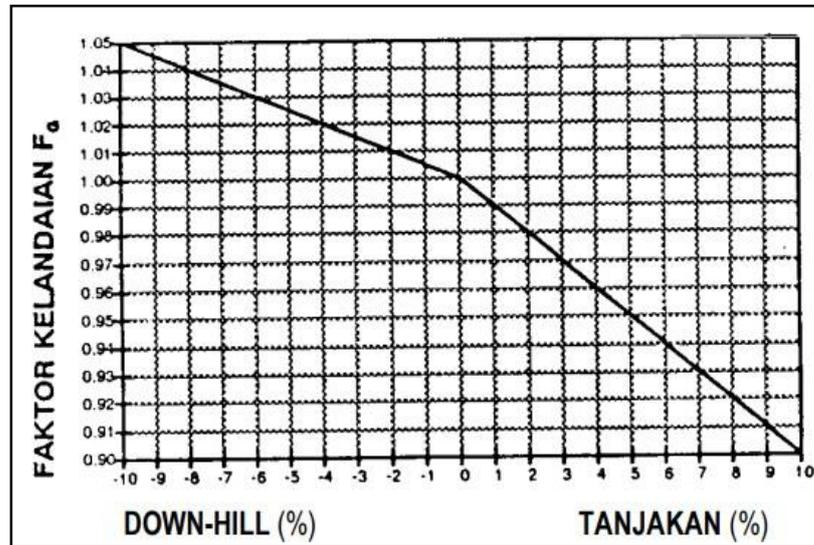
**Tabel III. 7** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	O	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		P	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	O	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		P	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	O	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		P	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	O	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		P	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	O	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		P	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	O	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		P	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses	Tinggi/	O	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Terbatas (RA)	Sedang/ Rendah	P	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

c) Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )

Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan sebagai fungsi dari kelandaian/ gradient jalan.

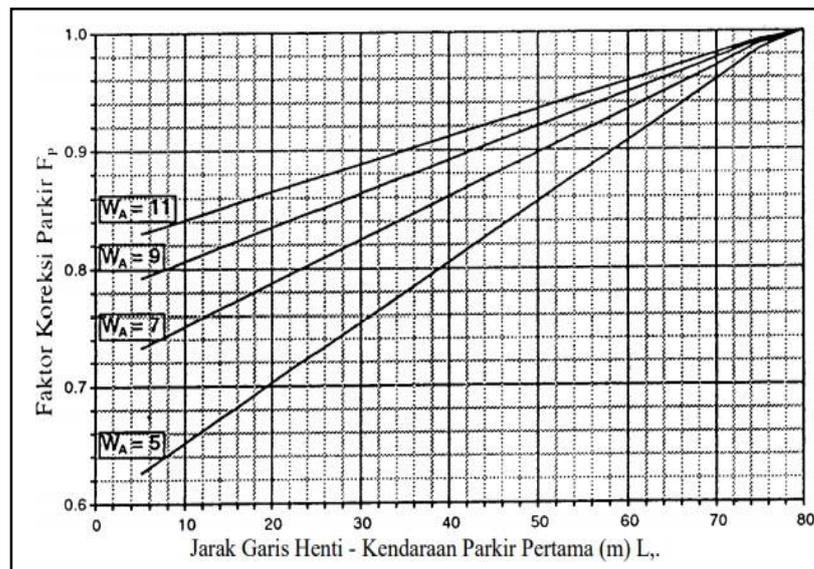


Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 6** Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )

d) Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_P$ )

Faktor penyesuaian parkir ditentukan sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang parkir pertama dan lebar pendekat.



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 7** Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_P$ )

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g)/W_A] / g$$

Rumus III. 11

Keterangan:

$L_p$  = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendekat)

$W_A$  = Lebar pendekat (m)

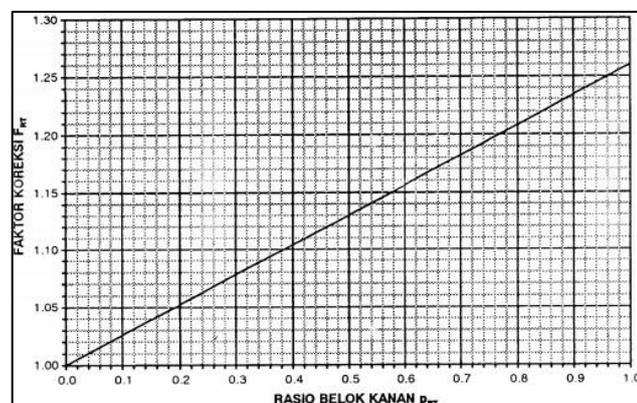
$g$  = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).

e) Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan. Nilai faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) yang memenuhi syarat dimana berlaku untuk tipe pendekat terlindung, dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk makadapat diperoleh berdasarkan perhitungan dengan rumus atau dengan menggunakan grafik sebagai berikut:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

Rumus III. 12



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

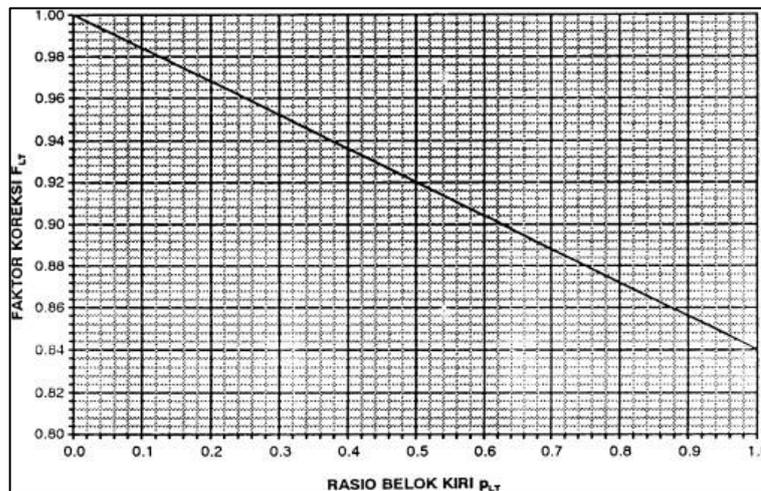
**Gambar III. 8** Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

f) Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )

Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri  $P_{LT}$  penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe terlindung, tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

Rumus III. 13



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 9** Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )

### 3.3.7 Rasio Arus

a) Rasio Arus ( $FR$ )

Rasio arus merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dengan arus jenuh dari suatu pendekat.

$$FR = \frac{Q}{S}$$

Rumus III. 14

b) Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang merupakan jumlah dari rasio kritis atau tertinggi untuk semua fase sinyal yang berurutan pada suatu siklus.

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

Rumus III. 15

Keterangan:

IFR = Nilai FR tertinggi dari semua pedekat

FR<sub>crit</sub> = Rasio arus yang kritis

c) Rasio Arus Fase

Rasio Fase Rasio fase adalah rasio yang kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

Rumus III. 16

Keterangan:

PR = Rasio Fase

FR<sub>crit</sub> = Rasio arus yang kritis

IFR = Nilai FR tertinggi dari semua pedekat

### 3.3.8 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio atau perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitasnya. Derajat kejenuhan juga merupakan salah satu indikator terdapat tidaknya masalah, dimana dengan menggunakan asumsi bahwa jika besar atau nilai arus lalu lintas kendaraan semakin dekat dengan kapasitasnya maka kemudahan pergerakan lalu lintas akan semakin terbatas. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q / C$$

Rumus III. 17

### 3.3.9 Perilaku Lalu Lintas

#### a) Panjang Antrian

Panjang antrian (*queue length*) merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat.

#### a. Jumlah yang Tersisa dari Fase Hijau Sebelumnya (NQ1)

Untuk  $DS \leq 0,5$  maka nilai NQ1 adalah 0 dan jika nilai  $DS > 0,5$  maka nilai NQ1 dapat diperoleh dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

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

Rumus III. 18

#### b. Jumlah yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)

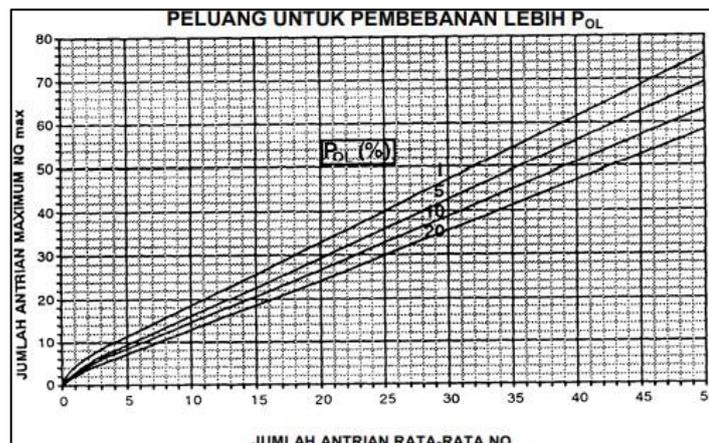
$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Rumus III. 19

$Q_{\text{masuk}}$  = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Rumus III. 20



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 10** Grafik Jumlah Antrian (NQ<sub>MAX</sub>)

Dalam menentukan  $NQ_{MAX}$  dapat menggunakan grafik di atas ini, dengan menghubungkan nilai  $NQ$  dan probabilitas overloading (POL). Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai  $POL < 5\%$ , sedangkan untuk operasional disarankan  $POL 5-10\%$

$$QL = \frac{NQ_{MAX} + 20}{W \text{ Masuk}}$$

Rumus III. 21

b) Kendaraan Terhenti

Kendaraan terhenti (NS) merupakan jumlah berhenti rata – rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Rumus III. 22

Jumlah kendaraan terhenti ( $NS_v$ ) pada masing – masing pendekat dapat dihitung dengan rumus:

$$NS_v = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Rumus III. 23

Angka henti seluruh simpang didapatkan dengan membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total  $Q$  dalam kend/jam.

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NS_v}{Q_{TOT}}$$

Rumus III. 24

c) Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui sebuah persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpangan. Tundaan terbagi menjadi dua yakni:

a. Tundaan Lalu Lintas (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) merupakan waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Rumus III. 25

b. Tundaan Geometri (DG)

Tundaan Geometri disebabkan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena lampu merah.

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

Rumus III. 26

Sehingga tundaan rata – rata untuk seluruh simpang adalah:

$$D = DT + DG$$

Rumus III. 27

$$D_{TOT} = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{TOT}}$$

Rumus III. 28

### 3.3.10 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah indikator atau ukuran kualitas atau suatu kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan biasanya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang adalah sebagai berikut:

**Tabel III. 8** Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal berdasarkan Tundaan

<b>Tundaan per Kendaraan (detik/kend)</b>	<b>Tingkat Pelayanan</b>
< 5,0	A
5,1-15,0	B
15,1-25,0	C
25,1-40,0	D
40,1-60,0	E
>60,1	F

*Sumber: Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015*

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan suatu cara ilmiah untuk memperoleh data guna tujuan tertentu yang memiliki ciri – ciri keilmuan yaitu empiris, rasional, dan sistematis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode tersebut merupakan metode penelitian yang menggunakan suatu model untuk menjelaskan suatu fenomena atau permasalahan secara sistematis yang memiliki tujuan tertentu. Menurut Sugiyono (2010) metode deskriptif merupakan teknik penelitian yang dipakai untuk mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah diperoleh sebagaimana adanya dengan tidak bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Metode kuantitatif merupakan metode yang bertujuan menggambarkan secara sistematis dan faktual terkait fakta – fakta serta hubungan antar variabel dengan cara mengumpulkan data, mengolah, menganalisis, dan menginterpretasi data dalam pengujian hipotesis statistik.

### **4.2 Alur Pikir**

Penelitian dalam kajian ini secara umum terbatas pada analisis simpang dan lebih terkhusus pada analisis peningkatan kinerja simpang untuk mengurangi jumlah antrian dengan perubahan geometrik. Analisis dilakukan berdasarkan perhitungan volume lalu lintas di wilayah studi. Penelitian ini bertujuan mengkaji kinerja simpang berdasarkan indikator derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan pada simpang. Permasalahan yang terjadi di wilayah studi dikarenakan, pengaturan sinyal lalu lintas yang belum mengatasi konflik dan hambatan pada simpang, serta belum optimalnya ketersediaan fasilitas kelengkapan jalan. Beberapa tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 4.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan suatu upaya observasi secara langsung untuk mengetahui kondisi, karakteristik, dan faktor penyebab dari permasalahan. Pada tahap ini akan didapatkan beberapa masalah yang terdapat pada wilayah kajian.

#### 4.2.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini merupakan tahapan mengumpulkan dan melengkapi target data yang diperlukan dalam penelitian yang meliputi data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan dengan melakukan beberapa survei terkait. Sedangkan, data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait.

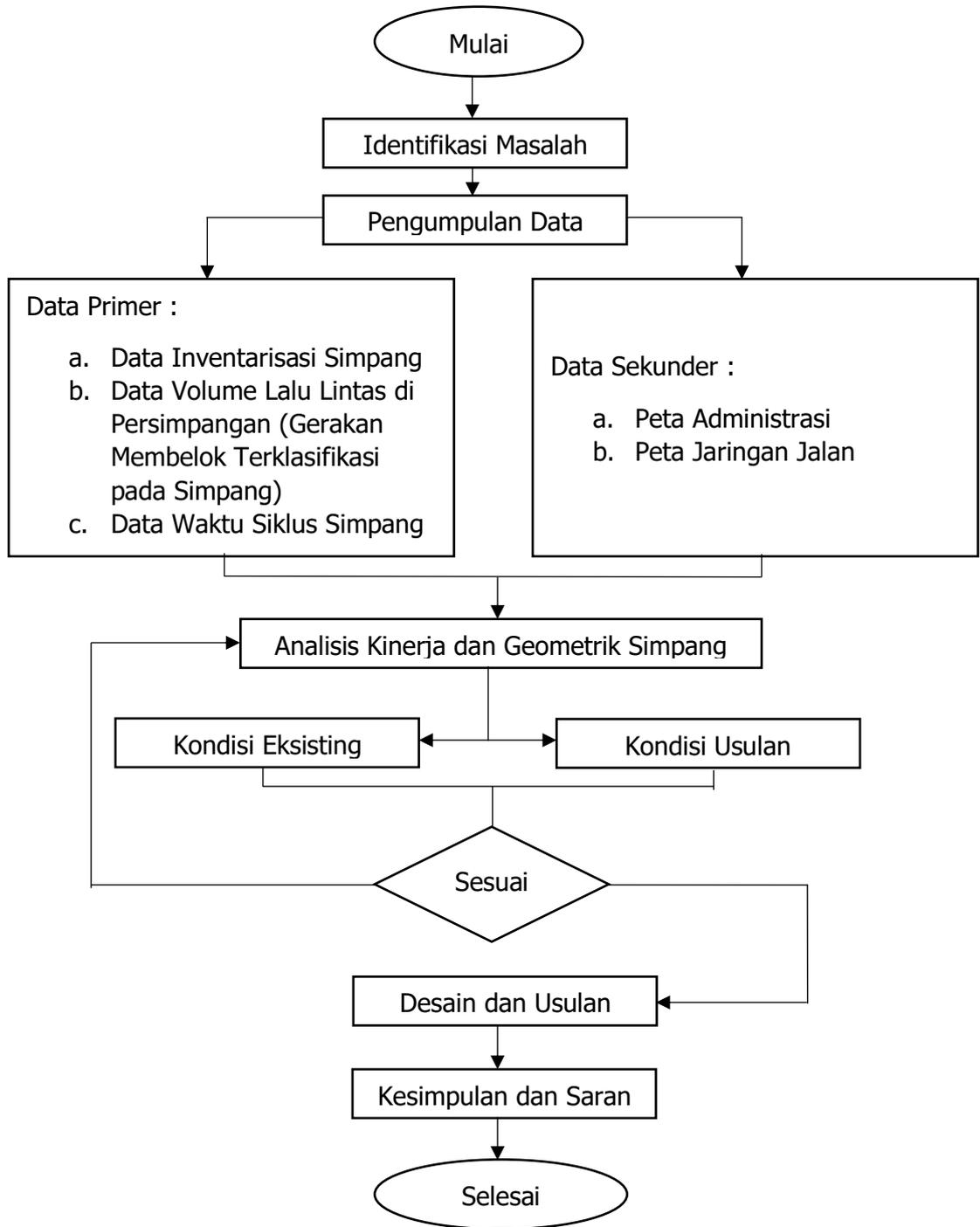
#### 4.2.3 Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan data yang telah dikumpulkan yang kemudian dilakukan analisis terkait guna mengetahui kondisi eksisting dan rekomendasi atau usulan terhadap daerah kajian.

#### 4.2.4 Hasil Penelitian (Output)

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah menindak lanjuti kondisi eksisting wilayah kajian untuk memberikan rekomendasi guna mencapai tujuan penelitian.

### 4.3 Bagan Alir Penelitian



**Gambar IV. 1** Bagan Alir Penelitian

## **4.4 Metode Pengumpulan Data**

### **4.4.1 Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang pengumpulannya di dapatkan dari instansi terkait maupun hasil dari pengolahan data seperti:

- a) Data terkait kondisi umum wilayah kajian dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sukoharjo
- b) Data terkait jaringan jalan yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sukoharjo

### **4.4.2 Pengumpulan Data Primer**

Pengumpulan data primer diperoleh dari kegiatan survey yang dilakukan secara langsung dilapangan maupun tidak langsung. Beberapa survei yang dilakukan untuk mendapatkan data terkait daerah kajian antara lain sebagai berikut:

- a) Survei Inventarisasi Simpang

Survei inventarisasi ini dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting wilayah kajian yaitu karakteristik tata guna lahan, kondisi fisik geometrik simpang yang meliputi tipe simpang, bahu jalan, median, lampu pemberi isyarat lalu lintas, rambu, dan marka jalan serta perlengkapan lainnya. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei inventarisasi adalah melakukan pengamatan, pengukuran langsung, dan mencatat semua perlengkapan yang terdapat pada persimpangan. Beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan survei inventarisasi simpang diantaranya:

- 1) Walking dan Roll Meter;
- 2) Formulir survei;
- 3) Kamera; dan
- 4) Alat tulis.

- b) Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi (CTMC)

Survei gerakan membelok terklasifikasi atau pencacahan lalu lintas terklasifikasi adalah survei yang dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas khususnya pada suatu persimpangan

berdasarkan volume lalu lintas yang terklasifikasi berdasarkan jenis kendaraan dan arah atau pola gerakan kendaraan. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei gerakan membelok terklasifikasi adalah dengan melakukan pengamatan dan pencacahan banyaknya kendaraan melalui cctv pada tiap-tiap pendekatan kaki simpang dalam periode waktu tertentu.

Tujuan pelaksanaan survei gerakan membelok adalah untuk mengetahui desain geometrik simpang, menganalisa sistem pengendalian persimpangan, dan kapasitas simpang. Survei ini perlu dilakukan karena sebagian besar hambatan perjalanan terjadi pada persimpangan. Beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan survei gerakan membelok diantaranya adalah:

- 1) Counter;
- 2) Stopwatch;
- 3) Formulir survei;
- 4) Kamera; dan
- 5) Alat tulis.

c) Survei Waktu Siklus

Survei waktu siklus dimaksudkan untuk mengetahui dan memperoleh durasi atau lama waktu siklus yang terjadi pada tiap kaki pendekatan simpang. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini adalah dengan melakukan pengamatan, pengukuran, serta mencatat lama durasi waktu hijau, waktu antar hijau, dan total waktu siklus. Survei ini dilakukan di simpang yang menjadi wilayah kajian pada hari kerja serta tidak terdapat kegiatan – kegiatan yang bersifat insidental yang dapat mempengaruhi karakteristik pergerakan kendaraan pada simpang yang dikaji. Beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan survei waktu siklus diantaranya adalah:

- 1) Stopwatch;
- 2) Formulir survei;
- 3) Kamera; dan
- 4) Alat tulis.

## **4.5 Metode Analisis**

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **4.5.1 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting**

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

### **4.5.2 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Usulan**

Analisis kondisi usulan ini dilakukan dengan melakukan upaya optimalisasi yaitu meningkatkan kinerja dari kinerja persimpangan eksisting yang kurang optimal untuk lebih di optimalkan lagi dengan cara memberikan usulan–usulan yang tepat, efisien, dan efektif. Usulan– usulan yang diberikan antara lain:

- a) Menyesuaikan waktu siklus sesuai dengan volume lalu lintas pada kondisi eksisting.
- b) Melakukan perubahan geometrik terhadap simpang yang dikombinasikan dengan penyesuaian waktu siklus usulan.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **5.1 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Kondisi Eksisting**

Simpang Empat Kartasura merupakan salah satu simpang yang terletak di wilayah Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Simpang Empat Kartasura memiliki 4 buah kaki simpang. Untuk mengetahui kinerja Simpang Empat Kartasura pada kondisi Eksisting maka perlu dilakukan kajian ulang terhadap persimpangan dengan dilakukan perhitungan waktu siklus, derajat kejenuhan, antrian, tundaan, dan memperhatikan kondisi geometri simpang. Berikut merupakan analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting:

##### **5.1.1 Arus Jenuh (S)**

Perhitungan arus jenuh dasar dilakukan dengan memperhitungkan lebar efektif dan arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut yang telah disesuaikan dengan kondisi suatu simpang. Perhitungan arus jenuh diperoleh berdasarkan hasil perkalian arus jenuh dasar dengan faktor – faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas. Untuk tipe pendekatan terlindung arus jenuh dasar dapat dihitung dengan perhitungan pada rumus III. 10. Untuk tipe terlawan disesuaikan dengan grafik arus jenuh dasar gambar III. 5, dengan melihat besarnya  $Q_{rt}$  dan  $Q_{rto}$ . Berikut hasil perhitungan arus jenuh dasar dari masing – masing pendekatan simpang:

**Tabel V. 1** Arus Jenuh Dasar Kondisi Eksisting Simpang

No	Kode Pendekat	Model Arus	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
1	Jl. Adi Sumarmo (U)	Terlindung (P)	6	3600
2	Jl. Wimboharsono (S)	Terlindung (P)	3	1800
3	Jl. A. Yani 3 (T)	Terlawan (O)	8	4635
4	Jl. A. Yani 4 (B)	Terlawan (O)	8	4635

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

#### 5.1.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota diperoleh dari jumlah populasi wilayah studi. Kabupaten Sukoharjo memiliki jumlah penduduk 898.634 jiwa, sehingga termasuk dalam interval 0,5 – 1,0 juta jiwa jadi nilai faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) = 0,94.

#### 5.1.3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel III. 7. Berikut merupakan faktor penyesuaian hambatan samping:

**Tabel V. 2** Faktor Hambatan Samping pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Model Arus	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor	Fsf
1	U	P	TINGGI	COM	0,01	0,91
2	S	P	SEDANG	COM	0.01	0,91
3	T	O	TINGGI	COM	0,01	0,88
4	B	O	TINGGI	COM	0,01	0.88

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Kondisi lingkungan Simpang Empat Kartasura yaitu terdapat pertokoan dan ada juga hotel di sisi jalan sekitar persimpangan.

#### 5.1.4 Faktor Penyesuaian Kelandaian (Fg)

Pada Simpang Empat Kartasura untuk kelandaian setiap kaki simpangnya yaitu datar (0%), oleh karena itu  $F_g = 1,00$ .

#### 5.1.5 Faktor Penyesuaian Parkir (Fp)

Faktor penyesuaian parkir ini disesuaikan dengan kondisi untuk parkir dengan memperhitungkan jarak dari garis henti, kendaraan yang diparkir, serta lebar pendekat. Pada kondisi eksisting disekitar persimpangan tidak terdapat parkir sehingga nilai untuk faktor penyesuaian parkir ( $F_p$ ) = 1,00.

#### 5.1.6 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan dipengaruhi oleh persentase belok kanan. Berikut merupakan faktor penyesuaian belok kanan untuk masing – masing pendekat:

**Tabel V. 3** Faktor Belok Kanan pada Kondisi Eksisting

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	PRT	FRT
1	Jl. Adi Sumarmo	U	0,33	1,09
2	Jl. Wimboharsono	S	0,18	1,05
3	Jl. A. Yani 3	T	0,04	1,00
4	Jl. A. Yani 4	B	0,07	1,00

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan pada hasil analisis kondisi eksisting diketahui bahwa nilai belok kanan tertinggi terdapat pada permintaan belok kanan dari pendekat utara sehingga untuk faktor penyesuaian belok kanan dari pendekat utara terhadap pendekat barat sebesar 1,09.

### 5.1.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri dipengaruhi oleh persentase belok kiri. Berikut merupakan faktor penyesuaian belok kiri untuk masing – masing pendekat:

**Tabel V. 4** Faktor Belok Kiri pada Kondisi Eksisting

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	PLT	FLT
1	Jl. Adi Sumarmo	U	0,27	0,96
2	Jl. Wimboharsono	S	0,12	0,98
3	Jl. A. Yani 3	T	0,26	1,00
4	Jl. A. Yani 4	B	0,13	1,00

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan pada hasil analisis kondisi eksisting diketahui bahwa nilai belok kiri tertinggi terdapat pada permintaan belok kiri dari pendekat timur dan barat sehingga untuk faktor penyesuaian belok kiri dari pendekat timur dan barat terhadap pendekat selatan dan utara sebesar 1,00.

### 5.1.8 Waktu Siklus

Waktu siklus diperoleh dari hasil survei lapangan pada kondisi eksisting, dengan menggunakan *stopwatch*, untuk hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut:



*Sumber: Hasil Analisis 2022*

**Gambar V. 1** Diagram Fase Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura

### 5.1.9 Kapasitas (C)

Untuk perhitungan kapasitas sesungguhnya (C) suatu simpang dapat dihitung dengan menggunakan Rumus III. 8 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel V. 5** Perhitungan Nilai Kapasitas Simpang pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Waktu (detik)		Kapasitas (smp/jam)
			Hijau (g)	Siklus (C)	
1	U	3199	28,00	99,00	905
2	S	1579	18,00	99,00	287
3	T	3834	38,00	99,00	1472
4	B	3834	38,00	99,00	1472

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis bahwa nilai kapasitas simpang yang terbesar yakni pada pendekat timur dan barat sebesar 1472 smp/jam.

### 5.1.10 Derajat Kejenuhan (DS)

Perbandingan atau rasio antara jumlah volume lalu lintas pada pendekat simpang terhadap kemampuan atau kapasitas merupakan salah satu indikator ada tidaknya masalah pada kinerja suatu persimpangan. Berikut nilai derajat kejenuhan simpang pada kondisi eksisting:

**Tabel V. 6** Derajat Kejenuhan Simpang pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	U	545	905	0,60
2	S	268	287	0,94
3	T	1161	1472	0,79
4	B	564	1472	0,38

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Dapat dilihat dari hasil analisis tersebut bahwa Simpang Empat Kartasura berada pada kondisi jenuh, dimana terdapat pendekat yang menghasilkan nilai derajat kejenuhan  $>0,5$  dan untuk pendekat yang derajat kejenuhannya tertinggi pada pendekat selatan sebesar 0,94.

#### 5.1.11 Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian ini dianalisis untuk tiap – tiap pendekat. Untuk menghitung panjang antrian maka diperlukan perhitungan NQ1 dan NQ2, dan mencari nilai NQ<sub>MAX</sub> dengan cara menyesuaikan nilai pada grafik Gambar III.9 kemudian menghitung QL. Berikut merupakan nilai panjang antrian simpang pada kondisi eksisting:

**Tabel V. 7** Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				QL (m)
				NQ1	NQ2	NQ	NQMAX	
1	U	545	0,60	0,26	14,80	15,06	22,00	73,33
2	S	268	0,94	4,52	7,35	11,87	18,00	120,00
3	T	1161	0,79	1,36	31,74	33,10	44,00	110,00
4	B	564	0,38	0,00	15,26	15,26	22,00	55,00

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Dapat dilihat dari hasil analisis tersebut diperoleh panjang antrian terpanjang terdapat pada pendekat selatan (Jl. Wimboharsono) sepanjang 120 m.

#### 5.1.12 Kendaraan Terhenti

Perhitungan kendaraan terhenti dapat diperoleh dari nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat.

**Tabel V. 8** Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Ns (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	0,90	493
2	S	1,45	388
3	T	0,93	1083
4	B	0,89	499
Total			2463
$\Sigma$ NSV/ QTOT			0,97

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa jumlah kendaraan henti paling tinggi terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 1083 smp/jam dengan laju henti 0,93 stop/smp. Untuk jumlah kendaraan henti paling rendah yaitu terdapat pada kaki simpang sebelah selatan 388 smp/jam dengan laju henti 1,45 stop/smp.

#### 5.1.13 Tundaan (D)

Perhitungan tundaan diperoleh dari perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan rata – rata, dan tundaan total. Untuk hasil perhitungan tundaan dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel V. 9** Tundaan Simpang pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D	D x Q
1	U	48,39	2,83	51,23	27.922,83
2	S	102,87	3,95	106,82	28.669,73
3	T	51,27	4,73	56,00	65.003,38
4	B	47,45	4,54	51,99	29.310,91
Tundaan Rata - Rata Simpang					60,53

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan dari hasil analisis dapat diketahui bahwa tundaan rata – rata Simpang Empat Kartasura adalah sebesar 60,53 det/smp.

## 5.2 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo Kondisi Usulan I

Kondisi eksisting dari kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo telah diketahui maka terdapat beberapa permasalahan terkait dengan kinerja pada simpang. Untuk usulan pertama yakni dengan melakukan pengaturan ulang pada waktu siklus dimana menyesuaikan waktu siklus sesuai dengan volume lalu lintas yang ada dan tetap memperhatikan kondisi geometrik simpang pada kondisi eksisting. Tujuan dari usulan yang pertama ini yaitu mencari waktu siklus yang optimum untuk mengurangi terjadinya konflik, derajat kejenuhan, antrian dan tundaan yang besar pada masing – masing pendekatan kaki simpang. Berikut perhitungan kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo pada kondisi usulan pertama dapat dilihat di bawah ini:

### 5.2.1 Waktu Siklus (c)

Waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

#### 1) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$\begin{aligned} \text{Cua} &= (1.5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1.5 \times 15 + 5) / (1 - 0.64) \\ &= 27.5 / 0.36 \\ &= 76.38 \text{ detik} \end{aligned}$$

#### 2) Waktu Hijau (g)

Waktu hijau pada kondisi usulan pertama diperoleh berdasarkan perhitungan, berikut untuk waktu hijau pada setiap pendekatan simpang:

$$\begin{aligned} g (\text{Pendekat Utara}) &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Utara} \\ &= (76.38 - 15) \times 0.27 \\ &= 61.38 \times 0.27 \\ &= 16 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
g \text{ (Pendekat Selatan)} &= (\text{cua-LTI}) \times \text{PR Selatan} \\
&= (73.38-15) \times 0.27 \\
&= 58.38 \times 0.27 \\
&= 16 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Pada pendekat barat dan timur merupakan terlawan jadi peritungan waktu hijau menggunakan Pr yang tertinggi

$$\begin{aligned}
g \text{ (Pendekat Barat)} &= (\text{cua-LTI}) \times \text{PR Barat} \\
&= (73.38-15) \times 0.47 \\
&= 58.38 \times 0.47 \\
&= 29 \text{ detik}
\end{aligned}$$

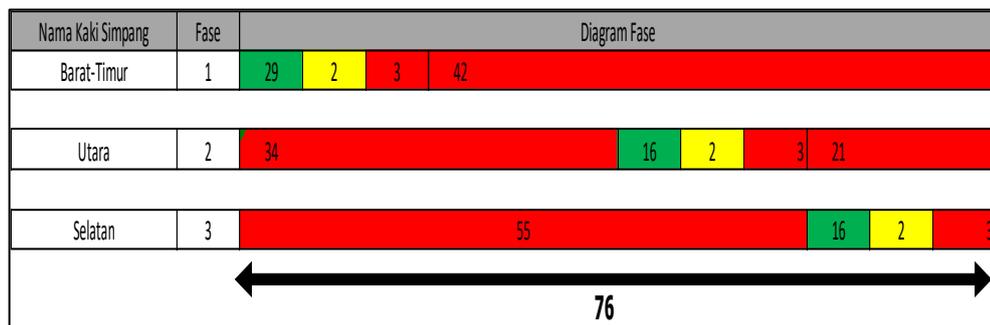
Dari perhitungan tersebut diperoleh untuk total waktu hijau pada masing – masing pendekat dengan tiga fase adalah sebesar 61 detik.

### 3) Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan diperoleh berdasarkan jumlah waktu hijau pada masing – masing pendekat yang telah dibulatkan dan waktu hijau (LTI).

$$\begin{aligned}
C &= \Sigma g + \text{LTI} \\
&= 61+15 \\
&= 76
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus yang telah disesuaikan dengan waktu hijau dan LTI untuk kondisi usulan maka diperoleh waktu siklus sebesar 76 detik. Berikut merupakan diagram fase waktu siklus kondisi usulan pertama:



Sumber: Hasil Analisis 2022

**Gambar V. 2** Diagram Fase Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura

### 5.2.2 Kapasitas (C)

Untuk perhitungan kapasitas sesungguhnya (C) suatu simpang dapat dihitung dengan menggunakan Rumus III. 8 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel V. 10** Perhitungan Nilai Kapasitas Simpang pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Waktu (detik)		Kapasitas (smp/jam)
			Hijau (g)	Siklus (C)	
1	U	3600	16,00	76,00	673
2	S	1579	16,00	76,00	332
3	T	3834	29,00	76,00	1463
4	B	3834	29,00	76,00	1463

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan hasil analisis bahwa nilai kapasitas simpang yang terbesar yakni pada pendekat timur dan barat sebesar 1463 smp/jam.

### 5.2.3 Derajat Kejenuhan (DS)

Perbandingan atau rasio antara jumlah volume lalu lintas pada pendekat simpang terhadap kemampuan atau kapasitas merupakan salah satu indikator ada tidaknya masalah pada kinerja suatu persimpangan. Berikut nilai derajat kejenuhan simpang pada kondisi usulan I:

**Tabel V. 11** Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	U	545	673	0,81
2	S	268	332	0,81
3	T	1161	1463	0,79
4	B	564	1463	0,38

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis pada kondisi usulan satu untuk derajat kejenuhan bagian selatan mengalami penurunan lebih rendah dari kondisi eksisting, tetapi untuk derajat kejenuhan bagian utara mengalami kenaikan. Pada kondisi usulan I ini derajat kejenuhan masih diatas 0,8.

#### 5.2.4 Panjang Antrian

Panjang antrian ini dianalisis untuk tiap – tiap pendekat. Untuk menghitung panjang antrian maka diperlukan perhitungan NQ1 dan NQ2, dan mencari nilai NQ<sub>MAX</sub> dengan cara menyesuaikan nilai pada grafik Gambar III.9 kemudian menghitung QL. Berikut merupakan nilai panjang antrian simpang pada kondisi usulan I:

**Tabel V. 12** Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				QL (m)
				NQ1	NQ2	NQ	NQMAX	
1	U	545	0,81	1,59	11,45	13,04	20,00	66,67
2	S	268	0,81	1,53	5,61	7,14	12,00	80,00
3	T	1161	0,79	1,41	24,40	24,40	38,00	95,00
4	B	564	0,38	0,00	11,76	11,76	18,00	45,00

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh panjang antrian terpanjang untuk kondisi usulan I terdapat pada pendekat timur (Jl. Ahmad Yani 3) sepanjang 95 m. Untuk pendekat selatan panjang antrian menurun menjadi 80 m.

### 5.2.5 Kendaraan Terhenti

Perhitungan kendaraan terhenti dapat diperoleh dari nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat.

**Tabel V. 13** Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Ns (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	1,02	556
2	S	1,13	304
3	T	0,95	1100
4	B	0,89	501
Total			2462
ΣNSV/ QTOT			0,97

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa jumlah kendaraan henti paling tinggi terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 1095 smp/jam dengan laju henti 0,94 stop/smp. Untuk jumlah kendaraan henti paling rendah yaitu terdapat pada kaki simpang sebelah selatan 304 smp/jam dengan laju henti 1,13 stop/smp.

### 5.2.6 Tundaan Rata – Rata (D)

Perhitungan tundaan diperoleh dari perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan rata – rata, dan tundaan total. Untuk hasil perhitungan tundaan dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel V. 14** Tundaan Rata – Rata Simpang pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D	D x Q
1	U	45,40	3,38	48,78	26.592,62
2	S	52,36	4,27	56,63	15.199,28
3	T	40,56	4,79	45,35	52.638,72
4	B	36,79	4,56	41,35	23.310,47
Tundaan Rata - Rata Simpang					47,46

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan dari hasil analisis dapat diketahui bahwa tundaan rata – rata Simpang Empat Kartasura adalah sebesar 47,46 det/smp.

### 5.3 Analisis Kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo Kondisi Usulan II

Pada analisis kondisi usulan kedua dilakukan analisis pada perubahan geometrik pendekat dengan melakukan usulan pelebaran jalan dengan menggunakan waktu siklus, faktor penyesuaian, dan volume pada usulan pertama. Perubahan lebar geometrik dilakukan pada pendekat selatan (Jalan Wimboharsono), pendekat utara (Jalan Adi Sumarmo) dan pendekat timur (Jalan Ahmad Yani 3). Pada Jalan Ahmad Yani 3 dilakukan perubahan geometrik pemberian lajur terhadap arus belok kiri langsung. Tujuan dari perhitungan kondisi usulan kedua ini adalah untuk meningkatkan kapasitas pendekat, mengurangi besarnya derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan pada masing – masing pendekat simpang.

Untuk perhitungan pada kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo kondisi usulan kedua dapat dilihat sebagai berikut:

#### 5.3.1 Waktu Siklus

Waktu siklus pada kondisi usulan kedua diperoleh dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

##### 1) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$\begin{aligned} \text{Cua} &= (1.5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1.5 \times 15 + 5) / (1 - 0.64) \\ &= 27.5 / 0.36 \\ &= 76.38 \text{ detik} \end{aligned}$$

##### 2) Waktu Hijau (g)

Waktu hijau pada kondisi usulan pertama diperoleh berdasarkan perhitungan, berikut untuk waktu hijau pada setiap pendekat simpang:

$$\begin{aligned} g \text{ (Pendekat Utara)} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Utara} \\ &= (76.38 - 15) \times 0.27 \end{aligned}$$

$$= 61.38 \times 0.27$$

$$= 16 \text{ detik}$$

$$g (\text{Pendekat Selatan}) = (\text{cua-LTI}) \times \text{PR Selatan}$$

$$= (73.38-15) \times 0.27$$

$$= 58.38 \times 0.27$$

$$= 16 \text{ detik}$$

Untuk pendekat barat dan timur merupakan terlawan jadi perhitungan waktu hijau menggunakan Pr yang tertinggi

$$g (\text{Pendekat Barat}) = (\text{cua-LTI}) \times \text{PR Barat}$$

$$= (73.38-15) \times 0.47$$

$$= 58.38 \times 0.47$$

$$= 29 \text{ detik}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh untuk total waktu hijau pada masing – masing pendekat dengan tiga fase adalah sebesar 61 detik.

### 3) Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan diperoleh berdasarkan jumlah waktu hijau pada masing – masing pendekat yang telah dibulatkan dan waktu hijau (LTI).

$$C = \Sigma g + \text{LTI}$$

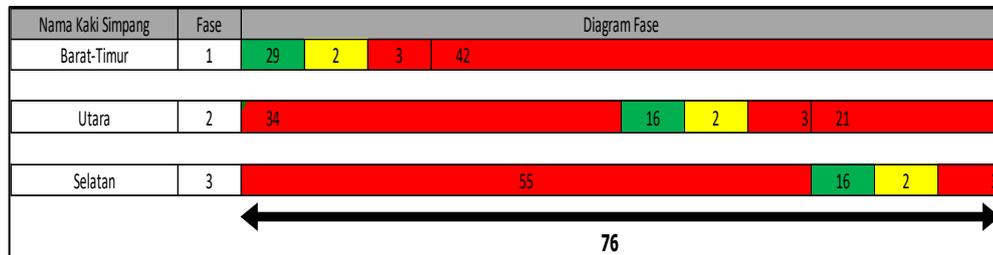
$$= 61+15$$

$$= 76$$

$$= 76$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus yang telah disesuaikan dengan waktu hijau dan LTI untuk kondisi usulan maka diperoleh waktu

siklus sebesar 76 detik. Berikut merupakan diagram fase waktu siklus kondisi usulan pertama:



Sumber: Hasil Analisis 2022

**Gambar V. 3** Diagram Fase Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura

### 5.3.2 Arus Jenus (S)

Analisis yang dilakukan yakni dengan melakukan perhitungan terhadap lebar efektif dan arus lalu lintas akan besarnya antrian pada suatu pendekatan. Perhitungan arus jenuh diperoleh dari hasil perkalian arus jenuh dasar dengan faktor – faktor lainnya yang mempengaruhi nilai kapasitas dan untuk tipe pendekatan terlindung arus jenuh dapat dihitung dengan perhitungan pada rumus III.10. Untuk tipe terlawan disesuaikan dengan grafik arus jenuh dasar gambar III.5. Berikut merupakan nilai arus jenuh dasar yang telah disesuaikan menggunakan lebar efektif usulan pada masing – masing pendekatan simpang:

**Tabel V. 15** Arus Jenuh Dasar pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Model Arus	Lebar Efektif (m)		Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
			Kondisi Eksisting	Kondisi Usulan II	
1	U	Terlindung (P)	6	6,5	3900
2	S	Terlindung (P)	3	3,5	2100
3	T	Terlawan (O)	8	8	4635
4	B	Terlawan (O)	8	8	4635

Sumber: Hasil Analisis 2022

### 5.3.3 Kapasitas (C)

Untuk perhitungan kapasitas sesungguhnya (C) suatu simpang dapat dihitung dengan menggunakan Rumus III. 8 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel V. 16** Kapasitas pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Waktu (detik)		Kapasitas (smp/jam)
			Hijau (g)	Siklus (C)	
1	U	3465	16,00	76,00	730
2	S	1842	16,00	76,00	388
3	T	3834	29,00	76,00	1463
4	B	3834	29,00	76,00	1463

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis bahwa nilai kapasitas simpang yang terbesar yakni pada pendekat timur dan barat sebesar 1463 smp/jam.

### 5.3.4 Derajat Kejenuhan (DS)

Perbandingan atau rasio antara jumlah volume lalu lintas pada pendekat simpang terhadap kemampuan atau kapasitas merupakan salah satu indikator ada tidaknya masalah pada kinerja suatu persimpangan. Berikut nilai derajat kejenuhan simpang pada kondisi usulan II:

**Tabel V. 17** Derajat Kejenuhan Simpang pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	U	545	730	0,75
2	S	268	388	0,69
3	T	857	1463	0,59
4	B	564	1463	0,38

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan hasil analisis tersebut untuk derajat kejenuhan pada pendekat selatan dan utara mengalami penurunan lebih rendah dari usulan pertama setelah disesuaikan dengan perubahan geometrik jalan.

### 5.3.5 Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian ini dianalisis untuk tiap – tiap pendekat. Untuk menghitung panjang antrian maka diperlukan perhitungan NQ1 dan NQ2, dan mencari nilai NQ<sub>MAX</sub> dengan cara menyesuaikan nilai pada grafik Gambar III.9 kemudian menghitung QL. Berikut merupakan nilai panjang antrian simpang pada kondisi usulan I:

**Tabel V. 18** Panjang Antrian Simpang pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Q (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				QL (m)
				NQ1	NQ2	NQ	NQMAX	
1	U	545	0,75	0,97	11,44	12,41	20,00	61,54
2	S	268	0,69	0,62	5,59	6,21	10,00	57,14
3	T	857	0,59	0,21	17,93	25,69	38,00	95,00
4	B	564	0,38	0,00	11,76	11,76	18,00	45,00

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh panjang antrian terpanjang untuk kondisi usulan II terdapat pada pendekat timur (Jl. Ahmad Yani 3) sepanjang 95 m.

### 5.3.6 Kendaraan Terhenti (NSV)

Perhitungan kendaraan terhenti dapat diperoleh dari nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat.

**Tabel V. 19** Kendaraan Terhenti Simpang pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Ns (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	0,97	529
2	S	0,99	265
3	T	0,90	773
4	B	0,89	501
Total			2068
ΣNSV/ QTOT			0,93

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa jumlah kendaraan henti paling tinggi terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 773 smp/jam dengan laju henti 0,90 stop/smp. Untuk jumlah kendaraan henti paling rendah yaitu terdapat pada kaki simpang sebelah selatan 265 smp/jam dengan laju henti 0,99 stop/smp.

### 5.3.7 Tundaan (D)

Perhitungan tundaan diperoleh dari perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan rata – rata, dan tundaan total. Untuk hasil perhitungan tundaan dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel V. 20** Tundaan Simpang pada Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D	D x Q
1	U	41,73	3,31	45,05	24.555,17
2	S	41,70	4,23	45,92	12.326,09
3	T	37,44	4,61	42,06	36.024,78
4	B	36,79	4,56	41,35	23.310,47
Tundaan Rata - Rata Simpang					44,28

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berdasarkan dari hasil analisis dapat diketahui bahwa tundaan rata – rata Simpang Empat Kartasura adalah sebesar 44,28 det/smp.

## 5.4 Analisis Geometrik Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo

Kondisi geometrik Simpang Empat Kartasura memerlukan beberapa evaluasi atau perbaikan karena kurangnya ketersediaan akan perlengkapan jalan yang ada pada persimpangan sehingga dapat berpotensi memicu adanya konflik pada persimpangan. Berdasarkan kondisi tersebut persimpangan perlu diperhatikan terkait kondisi dan ketersediaan fasilitas kelengkapan jalan yang ada agar mengoptimalkan pergerakan yang teratur dan memberikan informasi pada wilayah persimpangan. Berikut merupakan ketersediaan kelengkapan jalan pada Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo:

**Tabel V. 21** Ketersediaan Fasilitas Pelengkapan Jalan Pada Kondisi Eksisting

Ketersediaan Fasilitas Pelengkapan Jalan	Pendekat Utara		Pendekat Selatan		Pendekat Timur		Pendekat Barat	
	Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada
Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas	√		√		√		√	
Marka Membujur (Garis Utuh)	√		√		√		√	
Marka Membujur (Garis Putus – Putus)	√		√		√		√	
Marka Melintang	√		√		√		√	
Marka Tempat Penyebrangan	√		√		√		√	
Rambu Peringatan akan adanya Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas	√			√	√			√
Rambu Larangan Masuk bagi Kendaraan dengan batas MST 8 ton		√		√		√		√
Rambu Larangan Stop	√			√		√		√

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan fasilitas kelengkapan jalan pada persimpangan masih dirasa belum optimal. Terdapat perlengkapan jalan berupa marka yang perlu adanya perbaikan dan beberapa perlengkapan jalan lainnya yang belum terpasang secara optimal.

Berikut beberapa rekomendasi usulan dan pertimbangan terkait fasilitas perlengkapan jalan untuk menciptakan geometrik pada simpang yang efisien dan mampu mengoptimalkan keselamatan serta kelancaran lalu lintas:

#### 5.4.1 Perbaikan Marka jalan

Marka merupakan salah satu perlengkapan jalan yang penting dimana berhubungan langsung dengan pengguna jalan, dan berfungsi sebagai rambu – rambu yang dipasang pada permukaan jalan yang berupa peralatan dan tanda seperti garis dan lambang yang berfungsi untuk mengarahkan dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Perbaikan marka memiliki fungsi yang penting bagi jalan ataupun persimpangan, , dimana marka jalan membantu menyediakan informasi dan fungsi lainnya serta sebagai tambahan atau tanda untuk mempertegas maksud dari alat pengatur lalu lintas lainnya seperti rambu, alat pemberi isyarat, dan marka lainnya terhadap pengguna jalan. Perbaikan marka jalan ini khususnya pada pendekatan selatan dimana marka mulai pudar dan pada pendekatan utara yang tidak ada marka tempat penyeberangan (*Zebracross*),

#### 5.4.2 Pemasangan Rambu Lalu Lintas

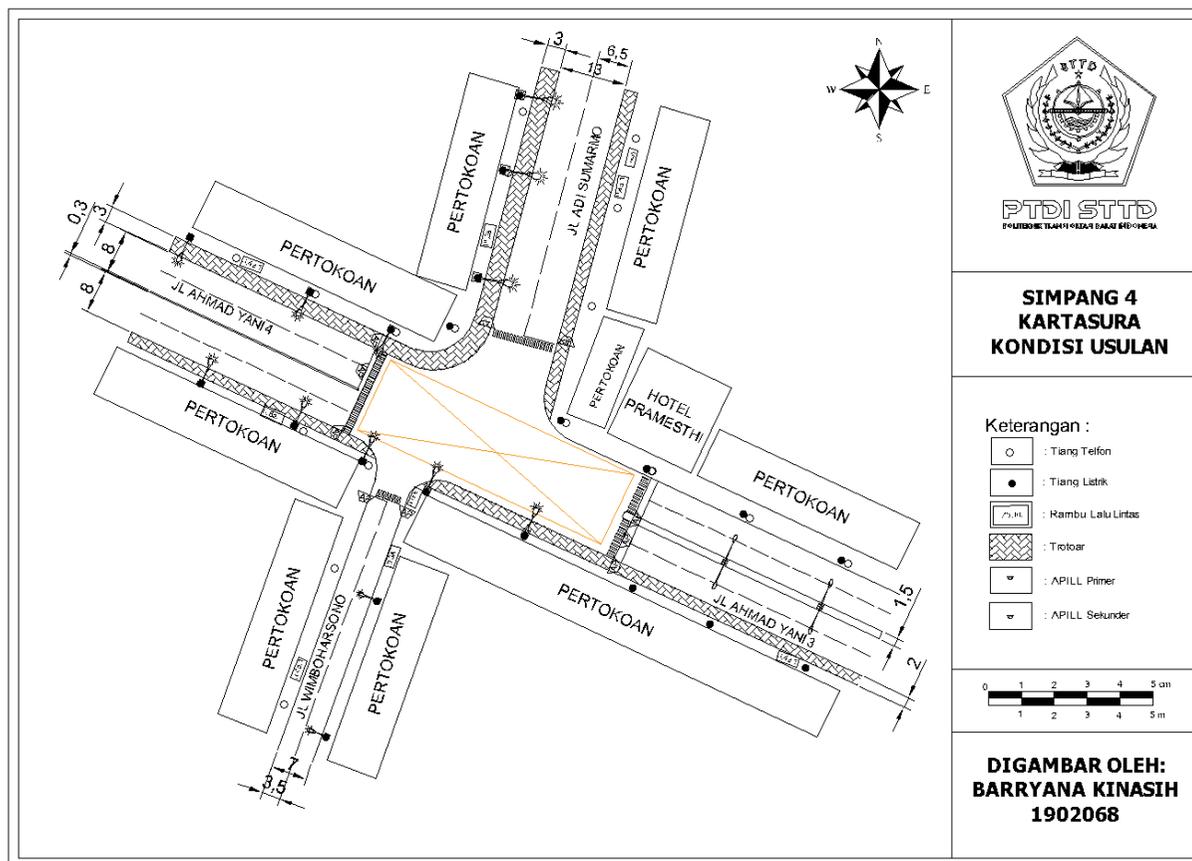
Rambu lalu lintas merupakan bagian dari perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat. Rambu lalu lintas berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk untuk pengguna jalan. Simpang Empat Kartasura menggunakan pengendalian simpang bersinyal dengan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Untuk pengoptimalan keamanan, keselamatan dan kelancaran lalu lintas maka perlu adanya pemasangan rambu lalu lintas pada sekitar simpang. Berikut merupakan beberapa rekomendasi pengadaan rambu pada Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo:

**Tabel V. 22** Rekomendasi Rambu Lalu Lintas

<b>No</b>	<b>Visualisasi Rambu Lalu Lintas</b>	<b>Keterangan</b>
1		Peringatan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
2		Larangan Berhenti
4		Larangan Masuk bagi Kendaraan dengan Ukuran Lebar Melebihi 2.100 mm dan Muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton

*Sumber: Hasil Analisis 2022*

Berikut merupakan layout visualisasi kondisi geometrik Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo sesuai usulan:



Sumber: Hasil Analisis 2022

**Gambar V. 4** Layout Simpang Empat Kartasura Kondisi Usulan

## 5.5 Perbandingan Kinerja Simpang Kartasura Kabupaten Sukoharjo

Berdasarkan hasil analisis, berikut merupakan perbandingan dari kinerja Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo pada kondisi eksisting dan kondisi usulan:

**Tabel V. 23** Perbandingan Kinerja Simpang Empat Kartasura

<b>Kapasitas (C)</b>						
<b>Pendekat</b>	<b>Kondisi</b>					
	<b>Kondisi Eksisting</b>		<b>Kondisi Usulan I</b>		<b>Kondisi Usulan II</b>	
<b>U</b>	905		673		730	
<b>S</b>	287		332		388	
<b>T</b>	1472		1463		1463	
<b>B</b>	1472		1463		1463	
<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>						
<b>Pendekat</b>	<b>Kondisi</b>					
	<b>Kondisi Eksisting</b>		<b>Kondisi Usulan I</b>		<b>Kondisi Usulan II</b>	
<b>U</b>	0,60		0,81		0,75	
<b>S</b>	0,94		0,81		0,69	
<b>T</b>	0,79		0,79		0,59	
<b>B</b>	0,38		0,38		0,38	
<b>Panjang Antrian (QL)</b>						
<b>Pendekat</b>	<b>Kondisi</b>					
	<b>Kondisi Eksisting</b>		<b>Kondisi Usulan I</b>		<b>Kondisi Usulan II</b>	
<b>U</b>	73,33		66,67		61,54	
<b>S</b>	120		80		57,14	
<b>T</b>	110		95		95	
<b>B</b>	55		45		45	
<b>Kendaraan Terhenti (NSv)</b>						
<b>Pendekat</b>	<b>Kondisi</b>					
	<b>Kondisi Eksisting</b>		<b>Kondisi Usulan I</b>		<b>Kondisi Usulan II</b>	
<b>U</b>	493		556		529	
<b>S</b>	388		304		265	
<b>T</b>	1083		1100		773	
<b>B</b>	499		501		501	
<b>Tundaan Rata - Rata (D)</b>						
<b>Pendekat</b>	<b>Kondisi</b>					
	<b>Kondisi Eksisting</b>	<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>Kondisi Usulan I</b>	<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>Kondisi Usulan II</b>	<b>Tingkat Pelayanan</b>
<b>U</b>	51,23	E	48,78	E	45,05	E
<b>S</b>	106,82	E	56,63	E	45,92	e
<b>T</b>	56,00	E	45,35	E	42,06	E
<b>B</b>	51,99	E	41,35	E	41,35	E

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan kinerja eksisting dan usulan yang dilakukan maka kinerja yang optimal adalah dengan menerapkan kondisi usulan kedua. Pada kondisi usulan kedua yaitu perubahan lebar geometrik, pengaturan ulang waktu siklus dan pemberian lajur untuk arus belok kiri. Untuk pengaturan ulang waktu siklus menggunakan pada kondisi usulan pertama. Dengan menggunakan kondisi usulan tersebut maka jumlah konflik dan permasalahan kinerja seperti besar nilai derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan dapat diminimalisir. Analisis diatas belum termasuk perhitungan terkait dengan diterapkannya larangan parkir *on street* pada bagian kaki pendekat selatan.

## **BAB VI PENUTUP**

### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis pada daerah kajian Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis kinerja eksisting Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo memiliki tingkat pelayanan berdasarkan derajat kejenuhan (DS) tertinggi sebesar 0,94 pada pendekat selatan, antrian terpanjang adalah 120 meter, dan tundaan simpang rata-rata sebesar 106,82 det/smp.
2. Berdasarkan hasil analisis kondisi usulan untuk Simpang Empat Kartasura diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja simpang yaitu geometrik jalan dan pengaturan waktu siklus. Dari beberapa analisis kondisi usulan yang dapat diterapkan guna meningkatkan kinerja simpang adalah kondisi usulan II dimana dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus, pelebaran geometrik dan pemberian lajur untuk arus belok kiri. Pada kondisi usulan ini kapasitas yang dihasilkan menjadi lebih besar sehingga menurunkan nilai derajat kejenuhan menjadi 0,69 pada pendekat selatan, panjang antrian 57,14 meter dan tundaan simpang rata-rata diperoleh sebesar 45,92 det/smp. Untuk tundaan rata – rata pada Simpang Empat Kartasura ini masih dikondisi tingkat pelayanan E tetapi mengalami penurunan.
3. Berdasarkan hasil analisis kondisi usulan untuk Simpang Empat Kartasura diperlukan perbaikan dan pengadaan mengenai perlengkapan fasilitas jalan Untuk rekomendasi pada usulan perlu dipasang rambu lalu lintas larangan stop pada simpang agar mengurangi terjadinya konflik.

## 6.2 Saran

Dari hasil analisis maka saran untuk meningkatkan kinerja pada Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo antara lain:

1. Perlu dilakukan optimalisasi kinerja simpang yang semula buruk agar lebih baik berdasarkan indikator tingkat kinerja simpang bersinyal. Untuk melakukan optimalisasi pelayanan kinerja pada Simpang Empat Kartasura Kabupaten Sukoharjo maka diperlukan optimalisasi persimpangan berupa penyesuaian waktu siklus dan perubahan geometrik simpang.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai lajur khusus belok kiri dan pembuatan usulan satu arah pada pendekatan selatan dimana lebar jalan pada kondisi eksisting 5m.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang parkir yang membatasi di mulut simpang agar tidak terjadi konflik pada simpang.
4. Perlu adanya perbaikan dan pengadaan fasilitas kelengkapan jalan agar pengguna jalan mampu memanfaatkan ruang lalu lintas dan melakukan pergerakan dengan tertib dan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

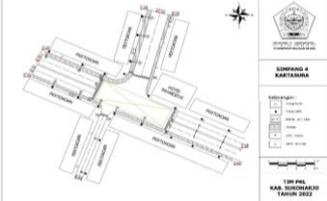
- \_\_\_\_\_, 2009. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta
- \_\_\_\_\_, 1993. Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. Jakarta
- \_\_\_\_\_, 2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.
- \_\_\_\_\_, 2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan.
- \_\_\_\_\_, 2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas.
- \_\_\_\_\_, 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta
- \_\_\_\_\_, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Direktorat Jendral Bina Marga dan Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- \_\_\_\_\_, 2022. Pedoman Kertas Kerja Wajib dan Artikel Ilmiah Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan. Bekasi
- \_\_\_\_\_, 2022. Laporan Umum Praktek Kerja Lapangan Kabupaten Sukoharjo, Pola Umum Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Kabupaten Sukoharjo dan Identifikasi Permasalahannya. Politeknik Transportasi Darat Indonesia –STTD. Bekasi
- Morlok, E. K. (1991). Pengantar Teknik Perencanaan dan Transportasi. Jakarta:Erlangga.

Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Leutika Nouvalitera.

Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Inventarisasi Simpang Empat Kartasura

		POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN TIM PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL) KABUPATEN SUKOHARJO TAHUN 2022											
		FORMULIR SURVEI INVENTARISASI SIMPANG											
Nama Simpang		SIMPANG 4 KARTASURA				VISUALISASI SIMPANG							
Geometri Simpang		Simpang 4											
1	Node	1921											
2	Tipe Pendekat	Terlindung dan Terlawan											
3	Tipe Simpang	4 1 2											
4	Fase Simpang	Fase											
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat								
Ruas Jalan		Jl. Adi Sumarmo 1	Jl. Wimboharsono	Jl. Ahmad Yani 3	Jl. Ahmad Yani 4								
5	Waktu Hijau	28	18	38	38								
6	Waktu Merah	56	66	76	76								
7	Waktu Kuning	3	3	3	3								
8	Lebar Pendekat Total (m)	12	5	16	16								
9	Lebar Median (m)	-	-	1,5	0,3								
10	Lebar Bahu Kanan (m)	-	-	1,5	0,5								
11	Lebar Bahu Kiri (m)	-	-	-	0,5								
12	Lebar Trotoar Kiri	2	-	2	3								
13	Lebar Trotoar Kanan	-	-	-	2								
14	Lebar Drainase Kiri	1	1	1	1								
15	Lebar Drainase Kanan	-	1	1	1								
16	Lebar Jalur Efektif Pendekat (m)	6	3	8	8								
17	Lebar Lajur Pendekat (m)	6	2	4	4								
18	Hambatan Sampang	Tinggi	TINGGI	Tinggi	Tinggi								
19	Tataguna Lahan	-	-	-	-								
20	Model Arus (Arah)	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah								
21	Kondisi Marka	Baik	Kurang Baik	Baik	Baik								
22	Fasilitas Zebra Cross	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada								
23	Marka Line Stop	Ada	Ada	Ada	Ada								
24	Fasilitas Ruang Khusus Roda 2	-	-	-	-								
Fasilitas Simpang		Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi				
25	Rambu Larangan	2	Baik	-	-	1	Baik	1	Baik				
	Rambu Peringatan	1	Baik	-	-	1	Baik	1	Baik				
	Rambu Perintah	-	-	-	-	-	-	-	-				
	Rambu Petunjuk	1	Baik	-	-	-	-	-	-				

## Lampiran 2 Formulir SIG-II Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura

Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												KEND.TAK BERMOTOR			
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Bermotor Total MV			Rasio Berbelok		Arus UM (Kend/jam)	Rasio UM/MV
		emp terlindung = 1 emp terlawan = 1			emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4									
		kend/jam	emp terlindung	emp terlawan	kend/jam	emp terlindung	emp terlawan	kend/jam	emp terlindung	emp terlawan	kend/jam	emp terlindung	emp terlawan	p LT	p RT		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Utara	L/TLTOR	38	38	38	2	3	3	531	106	212	571	147	253	0,27		3	0,000
	ST	96	96	96	9	12	12	557	111	223	662	219	331			17	0,026
	RT	61	61	61	4	5	5	565	113	226	630	179	292	0,33		10	0,000
	Total	195	195	195	15	20	20	1.653	331	661	1.863	545	876			30	0,016
Selatan	L/TLTOR	18	18	18	0	0	0	73	15	29	91	33	47	0,12		8	0,000
	ST	71	71	71	0	0	0	589	118	236	660	189	307			7	0,011
	RT	28	28	28	0	0	0	95	19	38	123	47	66	0,18		1	0,000
	Total	117	117	117	0	0	0	757	151	303	874	268	420			16	0,018
Timur	L/TLTOR	135	135	135	0	0	0	423	85	169	558	220	304	0,26		14	0,000
	ST	272	272	272	94	122	122	1.056	211	422	1.422	605	817			7	0,000
	RT	24	24	24	0	0	0	40	8	16	64	32	40	0,04		2	0,000
	Total	431	431	431	94	122	122	1.519	304	608	2.044	857	1.161			23	0,011
Barat	L/TLTOR	22	22	22	11	14	14	83	17	33	116	53	70	0,13		6	0,000
	ST	160	160	160	20	26	26	673	135	269	853	321	455			10	0,000
	RT	15	15	15	1	1	1	57	11	23	73	28	39	0,07		0	0,000
	Total	197	197	197	32	42	42	813	163	325	1.042	401	564			16	0,015

Lampiran 3 Formulir SIG-IV Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura

Formulir SIG-IV																																																																																																			
<b>DATA DASAR</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KABUPATEN KARASURA</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b>										Tanggal: No. : <b>001/2018/001/001</b> Skala: <b>1:5000/1:2000/1:1000</b>					No. Lembar: <b>001</b>																																																																																				
Gambar:																																																																																																			
No. Lajur	No. Jalur	No. Lajur	Terdapat			Tidak Terdapat			No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur	Kondisi Eksisting						No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur																																																																													
			Lajur	Lajur	Lajur	Lajur	Lajur	Lajur				Kondisi		Kondisi		Kondisi	Kondisi						Kondisi	Kondisi																																																																											
												1	2	3	4										5	6																																																																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>															Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>																																																																										

Lampiran 4 Formulir SIG-V Kondisi Eksisting Simpang Empat Kartasura

Formulir SIG-V																																																																																																			
<b>DATA DASAR</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b>										Tanggal: No. : <b>001/2018/001/001</b> Skala: <b>1:5000/1:2000/1:1000</b>					No. Lembar: <b>001</b>																																																																																				
No. Lajur	No. Jalur	No. Lajur	No. Jalur	No. Lajur	No. Jalur	Terdapat			No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur	Kondisi				No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur	No. Lajur																																																																																
						1	2	3				1	2	3	4																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b> Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>															Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>																																																																										
Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>															Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>					Nama Jalan: <b>PERSEKUTUAN KARASURA</b> No. Lajur: <b>1</b>																																																																										



**Lampiran 3** Formulir SIG-V Kondisi Usulan I Simpang Empat Kartasura

<b>Formulir SIG-V</b>																
<b>SIMPANG BERSINYAL</b> Formulir SIG-V <b>PANJANG ANTRIAN</b> <b>JUMLAH KENDARAAN TERHENTI</b> <b>TUNDAAN</b>					Tanggal		22 MARET 2022									
					Kota											
					Simpang											
					Waktu Siklus											
Kabupaten Sukoharjo		76														
Simpang 4 Kartasura																
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = glc	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
U	545	673	0,81	0,02	1,50	11,45	13,04	20,00	66,67	1,02	556	45,40	3,38	48,78	26.592,62	
S	268	332	0,81	0,05	1,53	5,61	7,14	12,00	80,00	1,13	304	52,36	4,27	56,63	15.199,28	
T	1.161	1.463	0,79	0,02	1,41	24,40	25,81	38,00	95,00	0,95	1.100	40,56	4,79	45,35	52.638,72	
B	564	1.463	0,39	0,02	0,00	11,76	11,76	18,00	45,00	0,89	501	36,79	4,56	41,35	23.310,47	
LTOR (semua)	452		0,70						95,00				6,00	6,00	2.711,40	
Arus kor. Qkor	110,31								71,67	Total	1.361				Total	120.452,49
Arus total Qtot	2.538									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0,54		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		<b>47,46</b>	

**Lampiran 4** Formulir SIG-II Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura

Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												KEND.TAK BERMOTOR			
		Kendaraan Ringan (LV)				Kendaraan Berat (HV)				Sepeda Motor (MC)				Kendaraan Bermotor Total MV		Rasio Berbelok	
		emp terlindung = 1		emp terlawan = 1		emp terlindung = 1,3		emp terlawan = 1,3		emp terlindung = 0,2		emp terlawan = 0,4				p LT	p RT
		kend/ jam	smp/jam	kend/ jam	smp/jam	kend/ jam	smp/jam	kend/ jam	smp/jam	kend/ jam	smp/jam	kend/ jam	smp/jam				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Utara	LTLTOR	38	38	38	2	3	3	531	106	212	571	147	253	0,27		3	0,000
	ST	96	96	96	9	12	12	557	111	223	662	219	331			17	0,026
	RT	61	61	61	4	5	5	565	113	226	630	179	292	0,33		10	0,000
	Total	195	195	195	15	20	20	1.653	331	661	1.863	545	623			30	0,016
Selatan	LTLTOR	18	18	18	0	0	0	73	15	29	91	33	47	0,12		8	0,000
	ST	71	71	71	0	0	0	589	118	236	600	189	307			7	0,011
	RT	28	28	28	0	0	0	95	19	38	123	47	66	0,18		1	0,000
	Total	117	117	117	0	0	0	757	151	303	874	268	420			16	0,018
Timur	LTLTOR	135	135	135	0	0	0	423	85	169	558	220	304	0,26		14	0,000
	ST	272	272	272	94	122	122	1.056	211	422	1.422	605	817			7	0,000
	RT	24	24	24	0	0	0	40	8	16	64	32	40	0,04		2	0,000
	Total	431	431	431	94	122	122	1.519	304	608	2.044	857	857			23	0,011
Barat	LTLTOR	22	22	22	11	14	14	83	17	33	116	53	70	0,13		6	0,000
	ST	160	160	160	20	26	26	673	135	269	853	321	455			10	0,000
	RT	15	15	15	1	1	1	57	11	23	73	28	39	0,07		0	0,000
	Total	197	197	197	32	42	42	813	163	325	1.042	401	564			16	0,015

### Lampiran 5 Formulir SIG-IV Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura

SIMPANG BERSINYAL															Formulir SIG-IV														
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS															22 MARET 2022														
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)															Fase 3					Fase 2					Fase 1				
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Leher	Arus Jemah (smp/jam) Hijau										Rasio Fase	Waktu Hijau	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi					Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (PIR)	PR = Prcrit	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)							
U	2	TERLINDUNG	0,27	0,27	0,33	292	66	6,50	3.900	0,94	0,91	1,00	1,00	1,00	0,96	3.465	545	0,16	0,30	16	730	0,75							
S	3	TERLINDUNG	0,12	0,12	0,18	66	292	3,50	2.100	0,94	0,91	1,00	1,00	1,05	0,98	1.842	268	0,15	0,28	16	388	0,69							
T	1	TERLAWAN	0,26	0,04	0,04	40	39	8,00	4.635	0,94	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	3.834	857	0,22	0,28	29	1.463	0,59							
B	1	TERLAWAN	0,13	0,13	0,07	39	40	8,00	4.635	0,94	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	3.834	564	0,15	0,42	29	1.463	0,39							
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			16	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					88	Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					78	IFR = E Pr <sub>opt</sub>					0,68	0,75							

### Lampiran 6 Formulir SIG-V Kondisi Usulan II Simpang Empat Kartasura

SIMPANG BERSINYAL															Formulir SIG-V									
Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN															22 MARET 2022									
Tangal															KABUPATEN SUKOHARJO									
Kota															SIMPANG 4 KARTASURA									
Simpang															Waktu Siklus 76									
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam	Kapasitas smp/jam	Derajat Kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan												
	Q	C	Q/C		NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max			DT	DG	D = DT + DG	Total D x Q smp.det										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)									
U	545	730	0,75	0,02	0,97	11,44	12,41	20,00	61,54	0,97	529	41,73	3,31	45,05	24.555,17									
S	268	388	0,69	0,04	0,62	5,39	6,21	10,00	37,14	0,99	265	41,70	4,23	45,92	12.326,09									
T	857	1.463	0,59	0,02	0,21	17,93	18,14	38,00	95,00	0,90	773	37,44	4,61	42,06	36.024,78									
B	564	1.463	0,39	0,02	0,00	11,76	11,76	18,00	45,00	0,89	501	36,79	4,56	41,35	23.310,47									
LTOR (semua)	452		0,60						95,00				6,00	6,00	2.711,40									
Arus kor. Qkor	99,82								64,67	Total	2.068				98.927,90									
Arus total Qtot	2.234									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0,93		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		44,88									

# SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT



## KARTU ASISTENSI

NAMA : BARRYANA KINASIH DOSEN : Pat FERI WISUDAWAN TO, MT  
 NOTAR : 19-02-068 SEMESTER : BU VERONICA, MM : 6  
 PROGRAM STUDI : D-III Manajemen Transportasi p... TAHUN AJARAN : 2021 /2022

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
i.	2/22 /07	Judul dan Pengenalan		1.	2/22 /07	Judul dan Pengenalan	
2	11/22 /07	Bab I : Latar belakang Identifikasi, dll Bab II: Gambaran umum Bab III : Kajian pustaka		2.	7/22 /07	identifikasi masalah, tujuan dan takah	
3.	29/22 /07	Bab IV : Metodologi Penelitian Bab V : Analisis Data		3.	11/22 /07	Bab I : Latar belakang . Identifikasi, dll Bab II : Gambaran umum Bab III : Kajian pustaka	
A.	29/22 /07	Bab V: Analisis Data Bab VI: Kesimpulan dan Saran		4.	22/22 /07	Bab I - III Tata Naskah	
	31/22 /07	Bab I - VI Paparan Bimbingan draft Final		5.	29/22 /07	Bab V: Analisis data Bab VI kesimpulan & saran	

NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO.	TGL	KETERANGAN	PARAF
					31/22 /7	Bab 1- VI Paparan Bimbingan Draft Final.	

# SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT

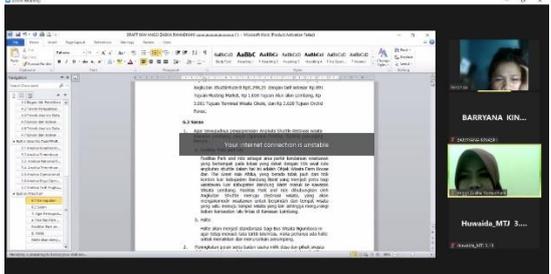


## KARTU ASISTENSI

### Bukti Bimbingan Via Zoom

NAMA : BARRYANA KINASHIH DOSEN : PAK FERI WISUDAWANTO, MT  
 NOTAR : 1902068 BU VERONICA, MM  
 PROGRAM : D-III MANAJEMEN SEMESTER : 6  
 STUDI TRANSPORTASI JALAN TAHUN : 2021/2022  
 AJARAN

NO	TGL	KETERANGAN	BUKTI
1	2-07-2022	Judul dan Pengenalan	
2	11-07-2022	Bab I : Latar Belakang Identifikasi masalah Bab II : Gambaran Umum Bab III : Kajian Pustaka	
3	24-07-2022	Bab IV : Metodologi Penelitian Bab V : Analisis Data	

4	27-07-2022	Bab V : Analisis Data Bab VI : Kesimpulan dan Saran	
5	30-07-2022	Tata Naskah	
6	31-07-2022	Bab I – VI Paparan Bimbingan Draft KKW Final	