

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS DAN KOORDINASI ANTAR SIMPANG BERSINYAL (ANALYSIS AND COORDINATION BETWEEN THE SIGNALISED INTERSECTIONS) (Studi Kasus : SIMPANG NGABEAN DAN SIMPANG WIROBRAJAN YOGYAKARTA)**

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



**Achmad Ananta Hadi  
13511042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2020**

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS DAN KOORDINASI ANTAR SIMPANG BERSINYAL (*ANALYSIS AND COORDINATION BETWEEN THE SIGNALISED INTERSECTIONS*) (Studi Kasus : SIMPANG NGABEAN DAN SIMPANG WIROBRAJAN YOGYAKARTA)

Disusun oleh

**Achmad Ananta Hadi**  
**13511042**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 04 November 2020  
Oleh Dewan Penguji:

**Pembimbing 1**

**Berlian Kushari, S.T., M.Eng.**  
**NIK: 015110101**

**Penguji I**

**Ir. Corry Ya'cub, M.S.**  
**NIK: 815110102**

**Penguji II**

**Rizki Budi Utomo, S.T., M.T.**  
**NIK: 045110406**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**  
**NIK: 885110101**

## ABSTRAK

Meningkatnya volume kendaraan tidak diimbangi dengan berkembangnya ruas jalan yang memadai. Sehingga tidak heran bila di daerah kota sering terjadi kemacetan karena padatnya lalu lintas. Salah satu hal yang harus diperhatikan untuk melancarkan arus lalu lintas adalah persimpangan. Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta di ruas jalan RE Martadinata merupakan contoh simpang bersinyal di daerah kota yang sering menimbulkan kemacetan.

Salah satu bentuk rekayasa lalu lintas untuk mengurangi kemacetan adalah dengan koordinasi antar simpang bersinyal. Pada penelitian ini, analisis perhitungan kinerja simpang bersinyal mengikuti pedoman MKJI 1997. Survei lapangan dilakukan pada jam sibuk di hari Senin (*weekday*) dan Sabtu (*weekend*), kemudian dicari jam puncaknya. Volume pada jam puncak digunakan untuk perhitungan kinerja simpang kondisi eksisting. Setelah mengetahui kinerja simpang kondisi eksisting, selanjutnya membuat perencanaan waktu siklus baru untuk kedua simpang. Waktu siklus baru dengan kinerja terbaik akan digunakan untuk koordinasi kedua simpang. Pemilihan waktu siklus terbaik dengan cara membandingkan nilai derajat kejenuhan (DS), panjang antrean (QL), dan tundaan (*Delay*).

Pada penelitian ini, dilakukan koordinasi simpang dengan mencari waktu siklus baru. Pada hari kerja, waktu siklus di kedua simpang menjadi 125 detik. Sedangkan pada hari libur waktu siklus di kedua simpang menjadi 95 detik. Dengan menggunakan waktu siklus baru tersebut, kinerja simpang menjadi sedikit lebih baik karena panjang antrean nilai tundaan rata – rata mengalami penurunan. Waktu siklus baru dan koordinasi tersebut hanya akan bekerja optimal jika diterapkan sesuai kondisi masing - masing. Waktu siklus 125 detik akan optimal jika diterapkan pada hari kerja (*weekday*) karena volume kendaraan yang lebih tinggi. Jika waktu siklus tersebut diterapkan untuk hari libur, maka nilai tundaan akan mengalami peningkatan. Sedangkan waktu siklus 95 detik akan optimal jika diterapkan pada hari libur (*weekend*) karena volume kendaraan yang lebih rendah. Jika waktu siklus tersebut diterapkan pada hari kerja (*weekday*), maka panjang antrean akan mengalami peningkatan.

**Kata Kunci:** Kemacetan, koordinasi simpang, MKJI 1997, Waktu Siklus, Tundaan

## ***ABSTRACT***

The increase in vehicle volume is not balanced by the development of suffice roads. So it is not surprising that in the city areas, congestion often occurs due to heavy traffic. One of the things that must be considered to expedite the traffic flow is the intersection. The Ngabean and Wirobrajan Yogyakarta intersections on the RE Martadinata road are examples of signalized intersections that often cause traffic jams in the city of Yogyakarta.

One form of traffic engineering to reduce congestion is coordination between signalized intersections. In this study, the analysis of the intersection performance calculations based of he MKJI 1997 guidelines. The field survey was carried out during peak hours on Monday (weekday) and Saturday (weekend). The volume during peak hours is used to calculate the intersection performance of the existing conditions. After knowing the intersection performance in existing conditions, then planning a new cycle time for the two intersections. The new cycle time with the best performance will be used for the coordination of the two intersections. Selection of the best cycle time by comparing the value of degree of saturation (DS), queue length (QL), and delay (Delay).

In this study, intersection coordination was carried out by finding new cycle times. On weekdays, the cycle time at both intersections is 125 seconds. Meanwhile, on weekends becomes 95 seconds. By using the new cycle time, the intersection performance is slightly better because the average delay value queue length has decreased. The new cycle time and coordination will only work optimally if applied according to individual conditions. The 125 seconds cycle time will be optimal if applied to weekdays due to higher vehicle volume. If the cycle time is applied to a holiday, the value of the delay will increase. Meanwhile, the cycle time of 95 seconds will be optimal if it is applied on a holiday (weekend) because of the lower vehicle volume. If the cycle time is applied to weekdays, the queue length will increase.

***Keywords:*** *Congestion, intersection coordination, MKJI 1997, Cycle Time, Delay*



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian - bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian - bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.



Yogyakarta, November 2020  
Yang membuat pernyataan,



Achmad Ananta Hadi  
(13511042)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul *Analisis dan Koordinasi Antar Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta)*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

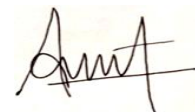
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentu terdapat hambatan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat saran, kritik, dan dorongan semangat serta doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Atas alasan tersebut, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Berlian Kushari, S.T., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing I,
2. Bapak Ir. Corry Ya'cub, M.S. selaku Dosen Penguji I
3. Bapak Rizki Budi Utomo, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil
5. Bapak, Ibu, dan kakak penulis yang selalu memberi dukungan serta semangat hingga Tugas Akhir ini dapat selesai.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, November 2020

Penulis,



Achmad Ananta Hadi

13511042

## DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengaturan Simpang	6
2.2 Tujuan Pengaturan Simpang	6
2.3 Studi Mikro Simulasi Koordinasi Simpang	8
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Simpang	12
3.2 Lampu Lalu Lintas	14
3.3 Simpang Bersinyal	17
3.4 Koordinasi Antar Simpang Bersinyal	23
3.5 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan	27

<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>30</b>
4.1 Data	30
4.2 Alat yang Digunakan	34
4.3 Analisis Penelitian	34
4.4 Bagan Alir Penelitian	34
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>36</b>
5.1 Pengumpulan Data	36
5.1.1 Geometri Simpang	36
5.1.2 Tata Guna Lahan	36
5.1.3 Waktu Sinyal dan Fase	37
5.1.4 Data Sekunder	39
5.1.5 Volume Puncak Simpang	39
5.2 Analisis Perhitungan	44
5.2.1 Analisis Eksisting	44
5.2.2 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting	45
5.2.3 Perencanaan Waktu Siklus Baru Untuk Hari Kerja	50
5.2.4 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Untuk Hari Kerja	55
5.2.5 Perencanaan Waktu Siklus Baru Untuk Hari Libur	56
5.2.6 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik Untuk Hari Libur	61
5.2.7 Koordinasi Antar Sinyal Untuk Hari Kerja	62
5.2.8 Koordinasi Antar Sinyal Untuk Hari Libur	67
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>73</b>
6.1 Kesimpulan	73
6.2 Saran	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	10
Tabel 3.1 Pengaturan Waktu Siklus	16
Tabel 3.2 Faktor Koreksi Ukuran Kota	20
Tabel 3.3 Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor	20
Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Pelayanan Simpang dengan Lampu Lalu Lintas	29
Tabel 5.1 Lebar Efektif Pendekat	36
Tabel 5.2 Tata Guna Lahan	37
Tabel 5.3 Waktu Sinyal Simpang Ngabean Kondisi Eksisting	38
Tabel 5.4 Waktu Sinyal Simpang Wirobrajan Kondisi Eksisting	38
Tabel 5.5 Volume Simpang Ngabean Hari Senin, 08 Oktober 2018	39
Tabel 5.6 Volume Simpang Wirobrajan Hari Senin, 08 Oktober 2018	40
Tabel 5.7 Volume Simpang Ngabean Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	40
Tabel 5.8 Volume Simpang Wirobrajan Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	41
Tabel 5.9 Volume Kendaraan Total Hari Senin, 08 Oktober 2018	41
Tabel 5.10 Volume Kendaraan Total Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	42
Tabel 5.11 Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Hari Senin, 08 Oktober 2018	49
Tabel 5.12 Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	49
Tabel 5.13 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Ngabean	51
Tabel 5.14 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Wirobrajan	51
Tabel 5.15 Kinerja Simpang Perencanaan I	52
Tabel 5.16 Kinerja Simpang Perencanaan II	53
Tabel 5.17 Kinerja Simpang Perencanaan III	54
Tabel 5.18 Kinerja Simpang Perencanaan IV	55
Tabel 5.19 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik	56
Tabel 5.20 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Ngabean	57
Tabel 5.21 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Wirobrajan	58
Tabel 5.22 Kinerja Simpang Perencanaan I	58

Tabel 5.23 Kinerja Simpang Perencanaan II	59
Tabel 5.24 Kinerja Simpang Perencanaan III	60
Tabel 5.25 Kinerja Simpang Perencanaan IV	61
Tabel 5.26 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik	62
Tabel 5.27 Pergerakan Fase di Kedua Simpang	63
Tabel 5.28 Pergerakan Fase di Kedua Simpang	68



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan	2
Gambar 1.2 Ruas Jalan K.H Ahmad Dahlan	3
Gambar 1.3 Ruas Jalan R.E Martadinata dari Arah Timur	3
Gambar 1.4 Ruas Jalan R.E Martadinata dari Arah Barat	4
Gambar 2.1 Konflik pada Simpang Bersinyal Empat Lengan	7
Gambar 3.1 Beberapa Jenis Persimpangan Jalan Sebidang	13
Gambar 3.2 Beberapa Jenis Persimpangan Jalan Tidak Sebidang	14
Gambar 3.3 Faktor Koreksi Kelandaian	21
Gambar 3.4 Faktor Koreksi Pengaruh Parkir	21
Gambar 3.5 Faktor Koreksi Belok Kanan	22
Gambar 3.6 Faktor Koreksi Belok Kiri	22
Gambar 3.7 Prinsip Koordinasi Sinyal dan <i>Green Wave</i>	24
Gambar 3.8 <i>Offset</i> dan <i>Bandwidth</i> dalam Diagram Koordinasi	26
Gambar 4.1 Denah Lokasi Penempatan Surveyor	33
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 5.1 Diagram Fase Kedua Simpang Kondisi Eksisting	38
Gambar 5.2 Volume Total Simpang Ngabean Hari Senin, 08 Oktober 2018	42
Gambar 5.3 Volume Total Simpang Wirobrajan Hari Senin, 08 Oktober 2018	43
Gambar 5.4 Volume Total Simpang Ngabean Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	43
Gambar 5.5 Volume Total Simpang Wirobrajan Hari Sabtu, 06 Oktober 2018	44
Gambar 5.6 Diagram Fase Simpang Ngabean untuk Hari Kerja	64
Gambar 5.7 Diagram Fase Simpang Wirobrajan untuk Hari Kerja	64
Gambar 5.8 Diagram Aliran Koordinasi untuk Hari Kerja	66
Gambar 5.9 Diagram Fase Simpang Ngabean untuk Hari Libur	69
Gambar 5.10 Diagram Fase Simpang Wirobrajan untuk Hari Libur	69
Gambar 5.11 Diagram Aliran Koordinasi untuk Hari Libur	71

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Volume Kendaraan	77
LAMPIRAN 2 Data Kecepatan Kendaraan	94





## DAFTAR NOTASI

MKJI 1997	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
Q	= Arus
S	= Arus Jenuh
So	= Arus Jenuh Dasar
FCS	= Faktor koreksi ukuran kota
FSF	= Faktor koreksi ukuran gangguan samping
FG	= Faktor koreksi ukuran kelandaian
FP	= Faktor koreksi ukuran parkir
FRT	= Faktor koreksi ukuran belok kanan
FLT	= Faktor koreksi ukuran belok kiri
FR	= Rasio Arus
C	= Kapasitas
DS	= Derajat Jenuh
GR	= Rasio Hijau
NQ	= Jumlah Kendaraan Antri
CT	= Waktu Siklus
QL	= Panjang Antrian
NS	= Angka Henti
Nsv	= Jumlah Kendaraan Terhenti
DT	= Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata
DG	= Tundaan Geometrik
GT	= <i>Green Time</i> (Waktu Hijau)
C <sub>ua</sub>	= Waktu siklus (detik)
LTI	= Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

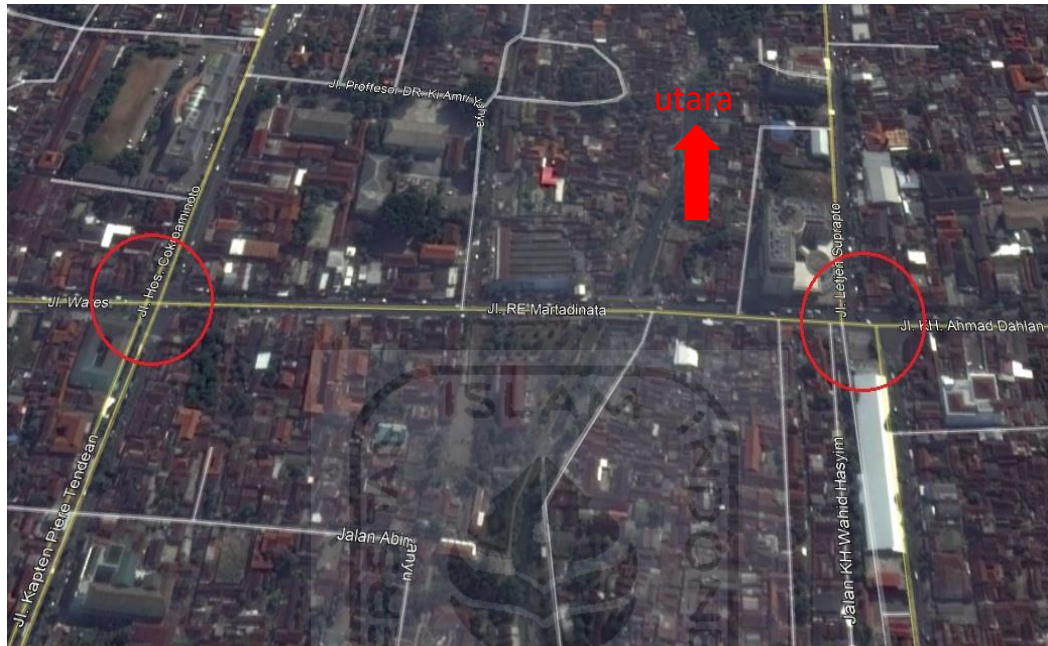
### **1.1 Latar Belakang**

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia sangat akrab dengan transportasi dan lalu lintas. Berbagai kegiatan atau aktivitas pergerakan orang dan barang pada umumnya membutuhkan kendaraan, baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum. Di Yogyakarta, pusat perbelanjaan, hotel, tempat wisata dan lain-lain menjadi semakin banyak dari tahun ke tahun. Sehingga kebutuhan akan akses lalu lintas juga harus memadai. Namun seiring dengan hal tersebut, ternyata muncul berbagai masalah yang cukup meresahkan, salah satunya adalah kemacetan lalu lintas.

Masalah kemacetan lalu lintas di kota-kota padat seperti Yogyakarta, memang sering kali terjadi. Meningkatnya volume kendaraan tidak diimbangi dengan berkembangnya ruas jalan yang memadai. Sehingga tidak heran bila di daerah kota sering terjadi kemacetan karena padatnya lalu lintas. Salah satu hal yang harus diperhatikan untuk melancarkan arus lalu lintas adalah persimpangan, karena persimpangan merupakan titik temu antara beberapa ruas jalan yang menimbulkan konflik.

Salah satu persimpangan di daerah kota Yogyakarta yang rawan akan kemacetan lalu lintas adalah di kawasan jalan R.E Martadinata. Terdapat dua simpang bersinyal yaitu Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta. Simpang Ngabean merupakan pertemuan empat lengan, yaitu sebelah barat Jalan R.E Martadinata, sebelah timur Jalan K.H Ahmad Dahlan, sebelah utara Jalan Letjen Suprpto dan sebelah selatan Jalan K.H Wahid Hasyim. Sedangkan Simpang Wirobrajan merupakan pertemuan empat lengan, yaitu sebelah timur Jalan R.E Martadinata, sebelah barat Jalan Wates, sebelah utara Jalan H.O.S Cokroaminoto dan sebelah selatan Jalan Kapten Piere Tendean. Dengan jarak antar simpang yang berdekatan yaitu 480 meter, pengendara sering kali berhenti

pada tiap simpangnya karena terkena sinyal merah yang mengakibatkan tundaan dan antrian. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.1 Lokasi Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan**

(Sumber : *Google Maps*)

Ditambah dengan banyaknya kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut, akan semakin menambah kemacetan. Biasanya kemacetan terjadi pada jam-jam sibuk yaitu pada pagi dan sore hari. Berikut adalah gambar beberapa kondisi persimpangan dan ruas jalan di kawasan tersebut pada jam-jam sibuk.



**Gambar 1.2 Ruas Jalan K.H Ahmad Dahlan**



**Gambar 1.3 Ruas Jalan R.E Martadinata dari Arah Timur**





**Gambar 1.4 Ruas Jalan R.E Martadinata dari Arah Barat**

Berdasarkan permasalahan dan kondisi di atas, kedua simpang tersebut harus dikoordinasi dengan baik sehingga pergerakan arus lalu lintas menjadi lancar. Oleh karena itu, perlu adanya koordinasi sinyal yang tepat sehingga masalah kemacetan dapat berkurang.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta pada kondisi eksisting?
2. Bagaimana koordinasi sinyal antar simpang yang tepat untuk mengurangi panjang antrean dan waktu tundaan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta pada kondisi eksisting.
2. Mendapatkan koordinasi sinyal antar simpang yang tepat untuk mengurangi waktu tundaan dan panjang antrean.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah saran yang baik kepada instansi pemerintah terkait dalam upaya untuk meningkatkan kinerja persimpangan jalan terutama di daerah kota, untuk mengurangi masalah kemacetan. Diharapkan juga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Agar analisis dan perhitungan penelitian menjadi lebih sederhana, maka diperlukan batasan penelitian sebagai berikut.

1. Persimpangan yang akan diteliti adalah Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan Yogyakarta.
2. Pada ruas jalan R.E. Martadinata terdapat jalan di sisi utara yaitu jalan Prof. DR. Ki Amri Yahya. Kendaraan berat tidak diperbolehkan melewati jalan tersebut, sehingga volume kendaraan yang keluar masuk diabaikan.
3. Penelitian dilakukan pada tiga jenis kendaraan, yaitu kendaraan berat (*Heavy Vehicle*) seperti truk dan bus, kendaraan ringan (*Light Vehicle*) seperti mobil pribadi, serta sepeda motor (*Motor Cycle*). Untuk jenis kendaraan tidak bermotor tidak diperhitungkan.
4. Survei dilakukan selama dua hari yaitu pada hari kerja (*weekday*) dan hari libur (*weekend*). Waktu survei dilakukan pada jam - jam sibuk yaitu pagi hari pada jam 06.00 - 08.00 WIB dan sore hari pada jam 15.00 - 17.00 WIB.
5. Analisis penelitian menggunakan pedoman MKJI 1997.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengaturan Simpang**

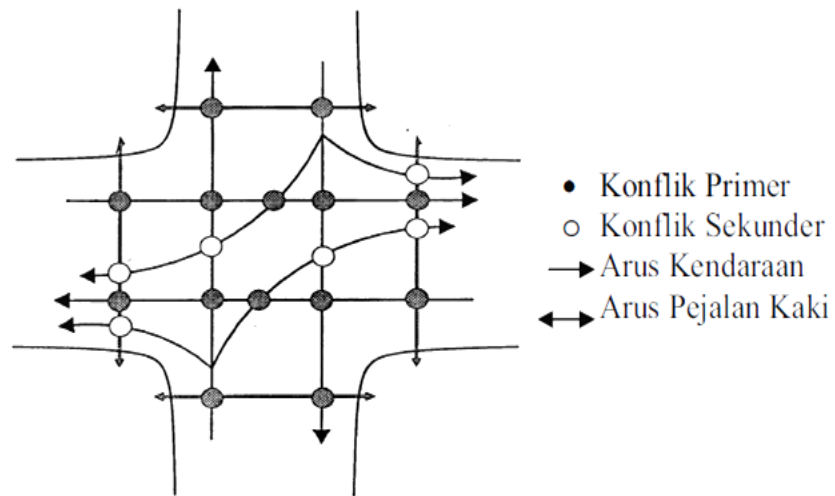
Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya dan merupakan tempat titik konflik serta tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih (Pignataro, 1973). Karena merupakan tempat terjadinya konflik maka hampir semua simpang terutama di daerah kota pasti membutuhkan pengaturan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan untuk menghindari terjadinya konflik dan beberapa permasalahan lain yang mungkin timbul di daerah simpang tersebut.

#### **2.2 Tujuan Pengaturan Simpang**

Ada banyak tujuan dilakukannya pengaturan simpang. Namun secara umum tujuan pengaturan simpang adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengurangi kecelakaan

Beberapa pergerakan kendaraan dari berbagai arah bertemu menuju suatu area yang sama, yakni ruang di tengah simpang. Kondisi ini sebenarnya tidak akan menjadi masalah bila arus dari tiap pendekatan tidak datang secara bersamaan, melainkan secara bergantian. Namun kenyataannya tidak demikian, terutama pada simpang di daerah perkotaan. Pada kenyataannya arus datang pada saat yang bersamaan dan tentunya hal ini akan menimbulkan konflik antar kendaraan. Konflik kendaraan pada simpang terjadi karena pergerakan kendaraan, yang secara garis besar dapat digolongkan menjadi gerak berpencar (*diverging*), gerak bergabung (*merging*), gerak bersilangan (*weaving*), dan gerak saling berpotongan (*crossing*).



**Gambar 2.1. Konflik - Konflik pada Simpang Bersinyal Empat Lengan**

(Sumber : Hobbs, 1995)

## 2. Untuk Meningkatkan Kapasitas

Karena terjadi konflik maka kapasitas simpang menjadi berkurang dan jauh lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas pada pendekat. Dengan adanya pengaturan maka konflik bisa dikurangi dan otomatis kapasitas menjadi meningkat.

## 3. Mengurangi Tundaan

Pada suatu simpang empat lengan biasanya terdiri dari dua macam arus pendekat yaitu arus utama (*major*) dan arus kecil (*minor*). Kebanyakan arus utama merupakan arus menerus dengan kecepatan yang tinggi. Jika tanpa pengaturan sama sekali maka kendaraan yang datang dari arus minor akan sulit sekali menyela terutama jika volume arus utama cukup tinggi. Dengan demikian maka kendaraan dari arus minor akan mengalami tundaan yang cukup besar. Dengan adanya pengaturan maka tundaan dari arus minor bisa dikurangi, sekalipun tundaan dari arus utama menjadi bertambah, namun perhitungan secara keseluruhan tundaan akan menurun.



### 2.3 Studi Mikro Simulasi Koordinasi Simpang

Tinjauan pustaka pada penelitian ini menggunakan penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, yaitu sebagai berikut.

Husna (2016), dengan metode yang digunakan adalah menggunakan *software* VISSIM. Hasil volume di lapangan dan volume evaluasi *software* VISSIM berbeda cukup jauh disebabkan oleh perbedaan volume pada *software* VISSIM dan keadaan asli di lapangan, sehingga harus dilakukan kalibrasi pada *software* VISSIM dengan pendekatan *Wiedemann 74* dan didapatkan hasil yang sama. Pendekatan ini adalah pendekatan yang digunakan untuk lalu lintas perkotaan. Parameter yang dikalibrasi adalah jarak aman yang diinginkan, kelipatan jarak aman antar kendaraan dan agresivitas kendaraan. Maka semakin kecil nilai jarak antar kendaraan yang berhenti, akan semakin rapat antrian yang terbentuk. Koordinasi ketiga simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama terlebih dahulu. Dari 3 alternatif perencanaan koordinasi sinyal antar simpang periode jam puncak dan 3 alternatif koordinasi sinyal antar simpang periode jam lengang, didapat waktu siklus berkinerja terbaik sebesar 110 detik untuk periode jam puncak dan 96 detik untuk jam lengang.

Irawan (2016), dengan metode yang digunakan adalah menggunakan *software* VISSIM untuk melakukan analisis tundaan pada kondisi *eksisting* dan perancangan koordinasi sinyal. Data primer di kumpulkan dengan melakukan survei langsung di lapangan, untuk mendapatkan volume kondisi *eksisting* periode jam puncak yang akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa ketiga simpang pada ruas Jalan Kusumanegara – Sultan Agung belum terkoordinasi dengan baik. Dari dua perancangan periode jam puncak, didapatkan alternatif terbaik dengan waktu siklus baru sebesar 141 detik dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 30 detik, nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang I menuju ke lengan Timur Simpang III (arah Timur – Barat) sebesar 86 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 28 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang III menuju ke lengan Barat Simpang I

(arah Barat – Timur) sebesar 97 detik, tundaan sebesar 37 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 25 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E.

Sukri (2013), dengan metode yang digunakan adalah menggunakan MKJI 1997. Hasil analisis kinerja simpang pada kondisi *eksisting* memiliki nilai derajat kejenuhan untuk kedua simpang di atas 1,0 Hal ini menandakan bahwa kapasitas kedua simpang sudah tidak mampu menampung arus lalu lintas yang melewati kedua simpang tersebut. Penyebabnya adalah pada kondisi *eksisting* disebabkan karena kecilnya lebar jalur efektif, kapasitas jalan yang terbatas, dan banyaknya arus lalu lintas yang melewati kedua simpang ini, ditambah lagi tidak berfungsinya lampu pengatur lalu lintas yang ada di simpang empat Mirota Godean. Akibat terjadinya konflik di simpang empat Mirota Godean sehingga berimbas ke simpang tiga Jalan Godean – Jalan Bener. Dari dua alternatif perencanaan, dipilih alternatif 2 (pelebaran pada setiap lengan simpang, pemberian divider dan pemasangan lampu lalu lintas 3 fase di simpang empat Mirota Godean), nilai derajat kejenuhan rata-rata pada simpang empat Mirota Godean turun menjadi 0,472 dan derajat kejenuhan pada simpang tiga Jalan Godean – Jalan Bener menjadi 0,567.

Zakiya (2015), dengan metode yang digunakan adalah menggunakan MKJI 1997. Penelitian dilakukan untuk mengetahui besar waktu siklus lampu lalu lintas, kinerja simpang semua simpang di sepanjang Jalan Veteran sebelum dan sesudah koordinasi, dan besar kecepatan *green wave*. Lokasi penelitian berada di sepanjang Jalan Veteran yaitu di simpang Kapten Mulyadi, simpang Brigjend Sudiarto, dan simpang Yos Sudarso kota Surakarta. Data simpang diambil pada jam sibuk yaitu pukul 07.00-09.00 dan 15.00-17.00 WIB pada hari kerja. Besar waktu siklus *eksisting* pada simpang Kapten Mulyadi (86 detik), Brigjend Sudiarto (96 detik), dan Yos Sudarso (99 detik), sedangkan waktu siklus koordinasi yaitu sebesar 96 detik untuk ketiga simpang. Hasil perhitungan kinerja simpang koordinasi pada jalan mayor dapat diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan setelah dikoordinasikan mengalami penurunan rata-rata sebesar 19,55 % pada pagi hari dan 8,03 % pada sore hari. Panjang antrian setelah dikoordinasikan mengalami penurunan rata-rata sebesar 12,09 % pada pagi hari dan 8,88 % pada sore hari.

Jumlah tundaan setelah dikoordinasikan mengalami penurunan rata-rata sebesar 28,34 % pada pagi hari dan 20,22 % pada sore hari. Kecepatan green wave untuk dapat melewati simpang Kapten Mulyadi-Yos Sudarso dan sebaliknya adalah 30 km/jam pada lalu lintas pagi hari, dan 25 km/jam untuk lalu lintas sore hari.

Rekapitulasi perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian yang akan Dilakukan**

<b>Nama Peneliti</b>	Husna	Irawan	Sukri	Zakiya	Penelitian yang akan dilakukan
<b>Tahun</b>	2016	2016	2013	2015	2018
<b>Judul</b>	Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang	Analisis dan Koordinasi Sinyal Antar Tiga Simpang yang Berdekatan	Evaluasi Kinerja Dua Simpang yang Berdekatan	Analisis Simpang Koordinasi	Analisis dan Koordinasi Antar Simpang Bersinyal yang Berdekatan
<b>Lokasi</b>	Jalan Perintis, Yogyakarta	Jalan Kusumanegara – Sultan Agung, Yogyakarta	Jalan Godean Km 1 – Jalan Bener, Yogyakarta	Jalan Veteran, Surakarta	Jalan R.E. Martadinata, Yogyakarta
<b>Metode</b>	<i>Software VISSIM</i>	<i>Software VISSIM</i>	MKJI 1997	MKJI 1997	MKJI 1997

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa telah terdapat beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya di Yogyakarta. Hal yang membedakan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah lokasi penelitian. Untuk metode penelitian yang akan digunakan adalah menggunakan pedoman MKJI 1997, sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukri (2013) dan Zakiya (2015). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Husna dan Irawan (2016) metode penelitian yang digunakan adalah dengan *software VISSIM*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Zakiya (2015), hasil analisis yang didapat yaitu waktu siklus baru yang bias digunakan untuk menurunkan derajat kejenuhan dan mengurangi antrian kendaraan. Penelitian yang dilakukan oleh Husna dan Irawan (2016), hasil analisis yang didapat yaitu waktu siklus baru yang

bisa digunakan untuk menurunkan nilai tundaan. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sukri (2013), hasil analisis yang didapat yaitu pelebaran jalan, penambahan divider serta pemasangan lampu lalu lintas untuk menurunkan nilai derajat kejenuhan.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Simpang**

Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty. C.J dan Kent L.B, 2003).

Menurut Hidayati (2000), simpang jalan merupakan suatu titik tempat bertemunya berbagai pergerakan yang tidak sama arahnya, baik pergerakan yang dilakukan orang dengan kendaraan ataupun yang tanpa kendaraan (pedestrian). Persimpangan jalan mempunyai peranan yang sangat penting untuk memperlancar arus lalu lintas dalam suatu proses transportasi. Masalah utama yang saling berkaitan pada persimpangan adalah sebagai berikut.

1. Volume dan kapasitas, yang secara langsung mempengaruhi hambatan.
2. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
3. Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan, serta lampu jalan.
4. Parkir, akses dan pembangunan umum.
5. Pejalan kaki.
6. Jarak antar simpang.

Secara garis besar persimpangan dibagi menjadi dua yaitu persimpangan sebidang dan persimpangan tak sebidang (Morlok 1991).

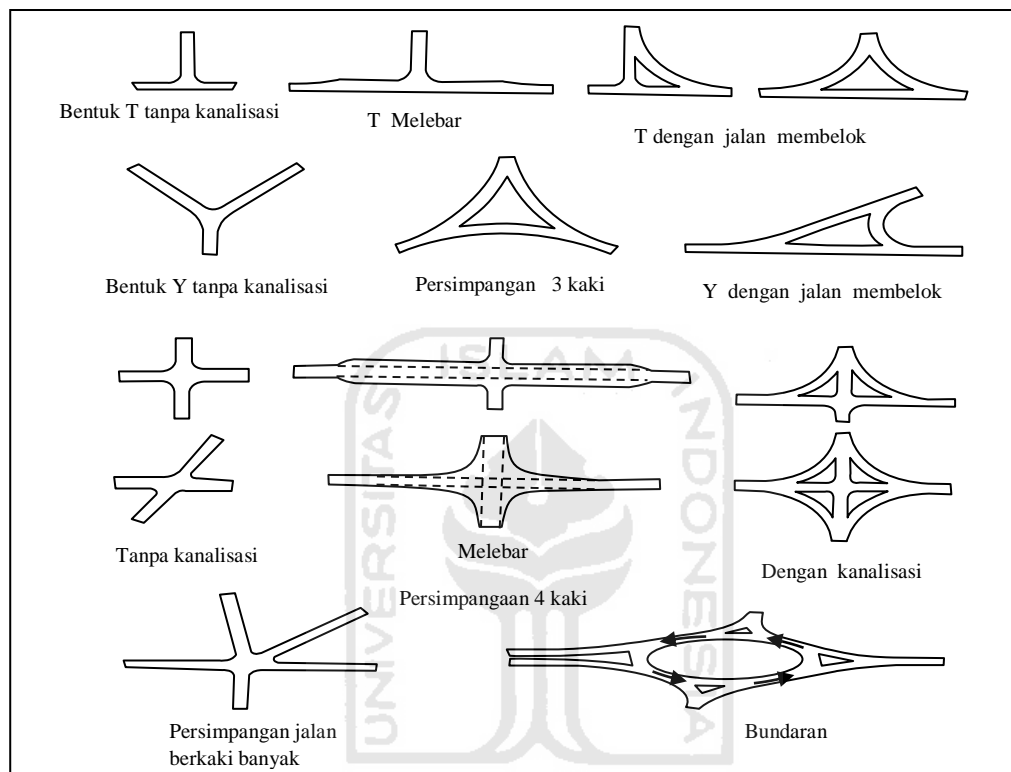
#### **1. Persimpangan Sebidang**

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalan yang dapat belawan dengan lalu lintas lainnya. Pada persimpangan sebidang menurut jenis fasilitas pengatur lalu lintasnya dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut.

- a. Simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergantian.

b. Simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang tidak menggunakan lampu sinyal pada pengaturannya.

Beberapa jenis persimpangan jalan sebidang dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



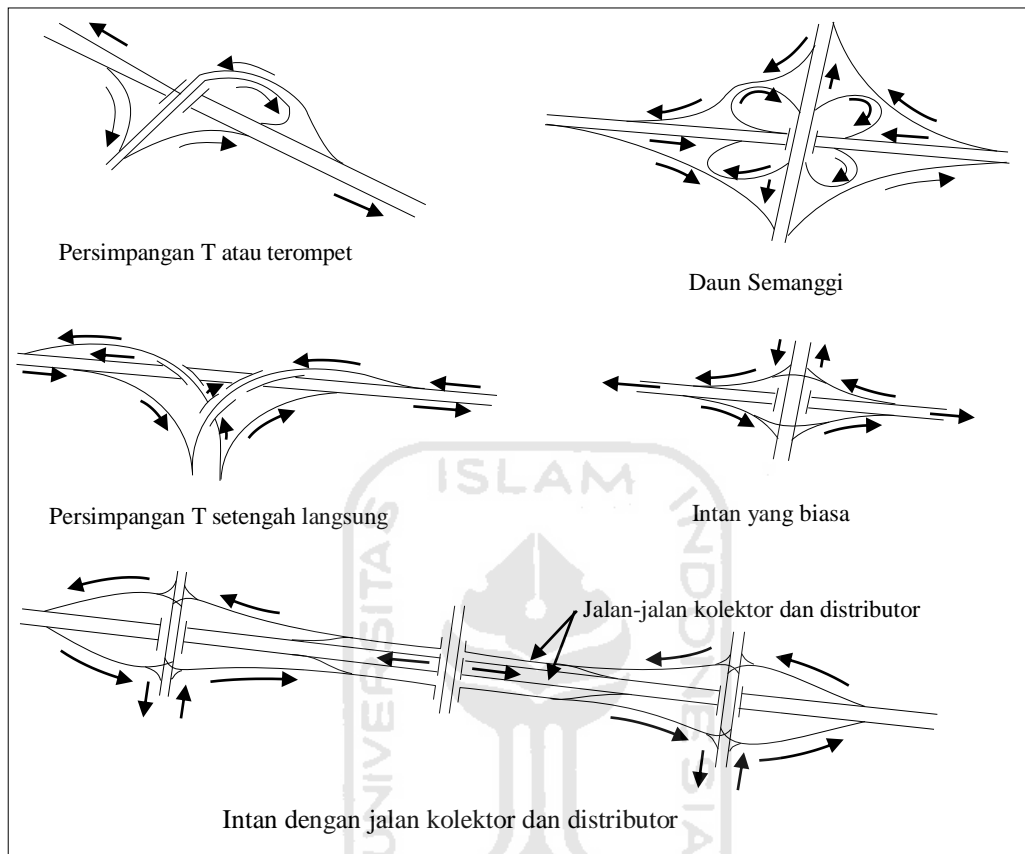
**Gambar 3.1 Beberapa Jenis Persimpangan Jalan Sebidang**

(Sumber : Morlok, 1991)

## 2. Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang yaitu memisahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa sehingga persimpangan jalur dari kendaraan yang hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur dengan gerak yang sama. Contohnya adalah jalan layang, karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit, serta biayanya yang mahal. Pertemuan jalan tidak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Beberapa

jenis persimpangan jalan tidak sebidang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3.2 Beberapa Jenis Persimpangan Jalan Tidak Sebidang**

(Sumber : Morlok, 1991)

### 3.2 Lampu Lalu Lintas

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 62 Tahun 2003 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, lampu lalu lintas merupakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas yaitu perangkat peralatan teknis yang menggunakan isyarat lampu untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan. Lampu lalu lintas ini yang menandakan kapan kendaraan dapat berjalan dan harus berhenti secara bergantian dari berbagai arah.

Menurut Morlok (1991), sinyal lampu lalu lintas terdiri dari tiga macam, yaitu hijau untuk berjalan, kuning berarti memperbolehkan kendaraan memasuki

pertemuan apabila tidak terdapat kendaraan lainnya sebelum lampu merah muncul dan merah untuk berhenti.

Berdasarkan HCM (1985), terdapat tiga macam pengoperasian lampu lalu lintas yaitu sebagai berikut.

1. *Pretimed Operation*, yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dalam putaran konstan dimana tiap siklus sama dan panjang serta fase tetap.
2. *Semi Actuated Operations*, pada operasi isyarat lampu lalu lintas ini, jalan utama (*major street*) selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan samping (*side street*) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau sisi samping jalan tersebut.
3. *Full Actuated Operations*, pada operasi isyarat lampu lalu lintas ini semua fase lampu lalu lintas dikontrol dengan alat detektor, sehingga panjang siklus untuk tiap fasenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang dirasakan oleh detektor.

Berdasarkan MKJI (1997) ada beberapa parameter dalam pengaturan sinyal antara lain sebagai berikut.

1. Fase (*phase*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
2. Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal. Sebagai contoh, di antara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekatan yang sama. Waktu siklus dibagi menjadi dua yaitu waktu siklus sebelum penyesuaian ( $c_{ua}$ ) dan waktu siklus yang disesuaikan ( $c$ ).
  - a. Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $c_{ua}$ )

Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan untuk pengendalian waktu tetap dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (3.1)$$

Keterangan:

$c_{ua}$  : Waktu siklus (detik)

LTI : Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

IFR : Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh (Q/S)



Waktu siklus yang didapat lalu disesuaikan dengan pengaturan waktu siklus yang direkomendasikan pada tabel di bawah ini..

**Tabel 3.1 Pengaturan Waktu Siklus**

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
2 fase	40 – 80
3 fase	50 – 100
4 fase	80 – 130

(Sumber : MKJI 1997)

- b. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang yang dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$c = \sum g + LTI \quad (3.2)$$

3. Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam satu pendekat. Waktu hijau dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times P_{ri} \geq 10 \text{ detik} \quad (3.3)$$

Keterangan:

$g_i$  : Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

$c_{ua}$  : Waktu siklus (detik)

LTI : Waktu hilang total per siklus (detik)

$P_{ri}$  : Rasio fase =  $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$

$FR_{CRIT}$  : Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat pada suatu fase

$\sum FR_{CRIT}$  : Rasio arus simpang = jumlah  $FR_{CRIT}$  dari seluruh fase

4. Waktu hijau maksimum adalah waktu yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas kendaraan.
5. Waktu hijau minimum adalah waktu hijau minimum yang diperlukan. Sebagai contoh, karena penyeberangan pejalan kaki.
6. Rasio hijau adalah perbandingan waktu antara hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat.

7. Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekatan-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan.
8. Antar hijau adalah periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan.
9. Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

### 3.3 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergantian. Berdasarkan MKJI 1997, tujuan penggunaan dari sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas pada jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan pejalan kaki simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

Sinyal lalu lintas harus dipasang pada persimpangan jika arus lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut terbilang tinggi. Pengaturan simpang dengan sinyal lalu lintas termasuk yang paling efektif. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalu lintas pada waktu yang berbeda (Alamsyah, 2005).

Ada beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Kapasitas (*capacity*) adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (kendaraan/jam atau smp/jam). Kapasitas tiap pendekat simpang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (3.4)$$

Keterangan:

C : Kapasitas (smp/jam)

S : Arus jenuh (smp/jam)

g : Waktu hijau (detik)

c : Waktu siklus yang ditentukan (detik)

2. Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang (detik). Tundaan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$DT = C \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)}{(1-GR \times DS)} \quad (3.6)$$

C : Kapasitas (smp/jam)

DS : Derajat Kejenuhan

GR : Rasio hijau (g/c) (detik)

NQ : Jumlah smp yang tersisa dar fase hijau sebelumnya

3. Antrean (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan/smp). Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ<sub>1</sub>) yang merupakan sisa dari fase hijau sebelumnya, didapat persamaan:

Untuk DS > 0,5 :

$$NQ_l = 0,25 \times C \times [(DS - 1) - \sqrt{(DS - 1)^2 - \frac{g \times (DS - 0,5)}{c}}] \quad (3.7)$$

Untuk DS < 0,5 :

$$NQ_l = 0 \quad (3.8)$$

Keterangan:

$NQ_1$  : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau

DS : Derajat kejenuhan

C : Kapasitas (smp/jam) =  $S \times GR$

Lalu dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ), menggunakan persamaan berikut.

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (3.9)$$

Keterangan:

$NQ_2$  : Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau (detik)

c : Waktu siklus (detik)

Q : Volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

Untuk menghitung total jumlah antrian dengan menjumlahkan kedua hasil di atas.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.10)$$

4. Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/hijau). Arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \quad (3.11)$$

Keterangan:

$S_o$  : Arus jenuh dasar

FCS : Faktor koreksi ukuran kota

FSF : Faktor koreksi ukuran gangguan samping

FG : Faktor koreksi ukuran kelandaian

FP : Faktor koreksi ukuran parkir

FRT : Faktor koreksi ukuran belok kanan

FLT : Faktor koreksi ukuran belok kiri

Menurut beberapa penelitian, konstanta yang digunakan MKJI untuk arus jenuh dasar yaitu  $S_o = 600 \times We$  sudah tidak sesuai dengan kondisi perilaku kendaraan untuk saat ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini

menggunakan rumus arus jenuh dasar yang disarankan oleh Ahmad Munawar (2012) karena dianggap lebih mendekati dengan kondisi perilaku kendaraan saat ini.

$$S_o = 780 \times W_e \quad (3.12)$$

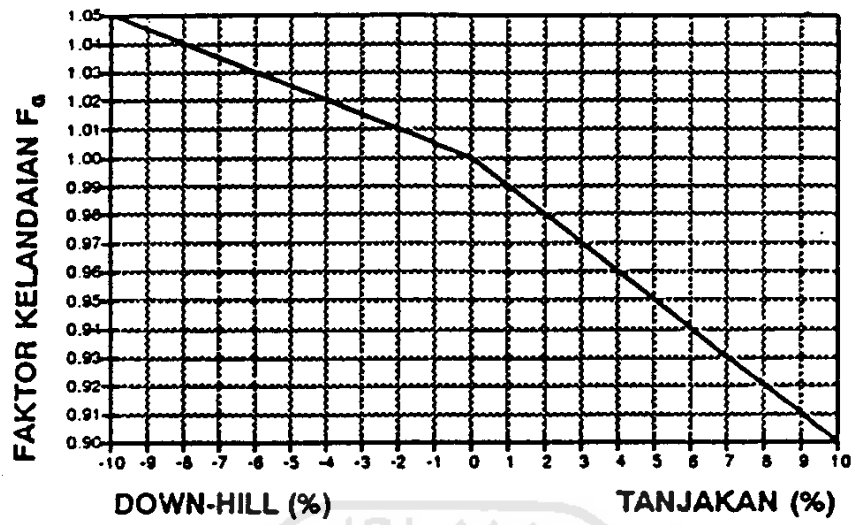
Nilai-nilai dari faktor koreksi dapat dilihat dari tabel dan grafik yang disajikan oleh MKJI 1997. Untuk mengetahui nilai-nilai faktor koreksi, dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

**Tabel 3.2** Faktor Koreksi Ukuran Kota

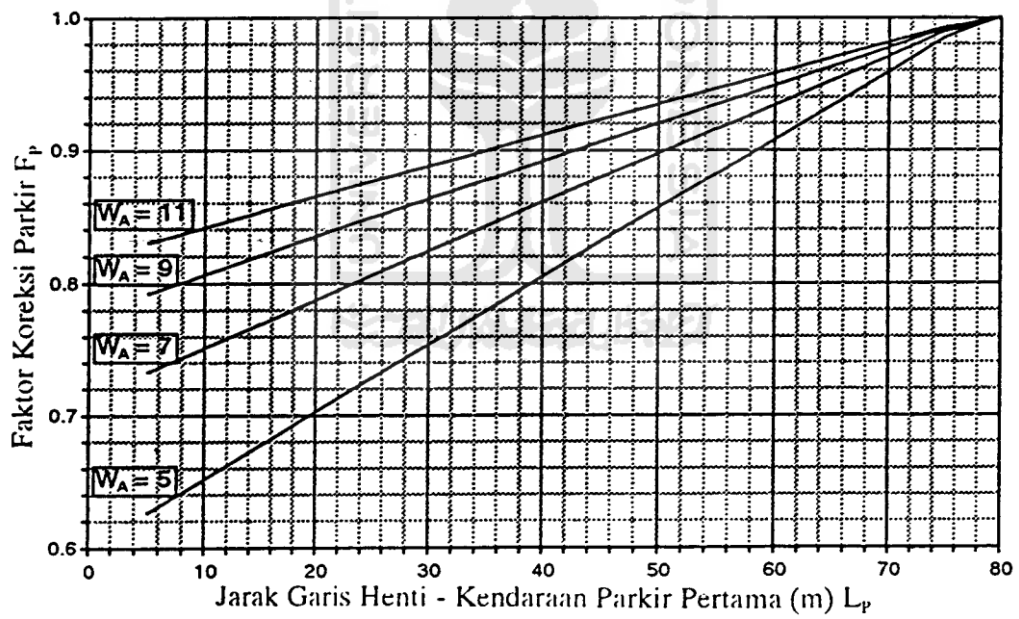
Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )
> 3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
< 0,1	0,82

**Tabel 3.3** Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor

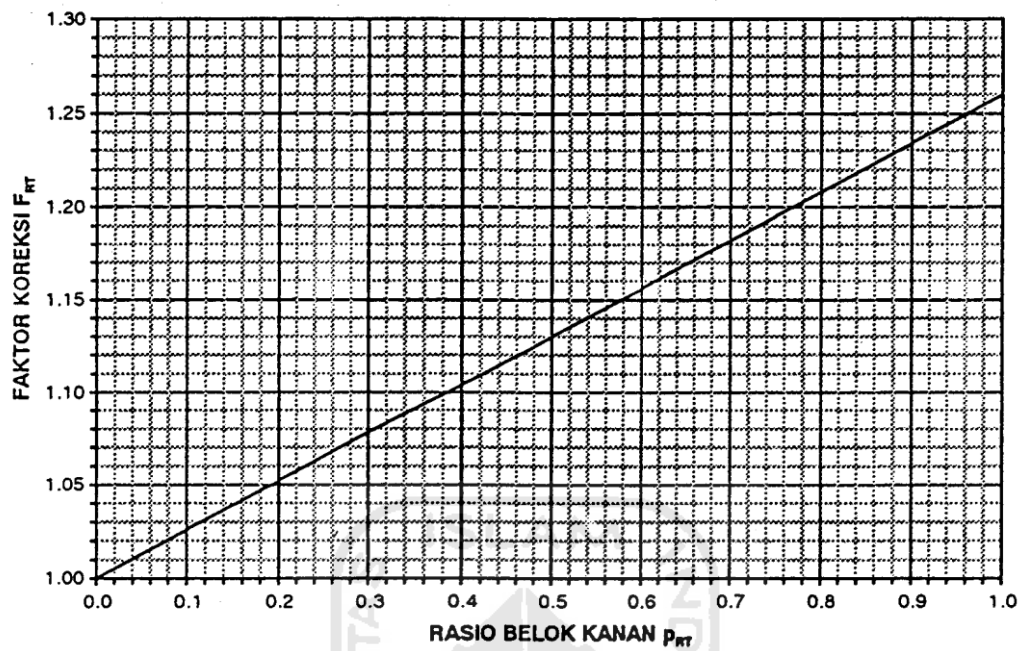
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88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



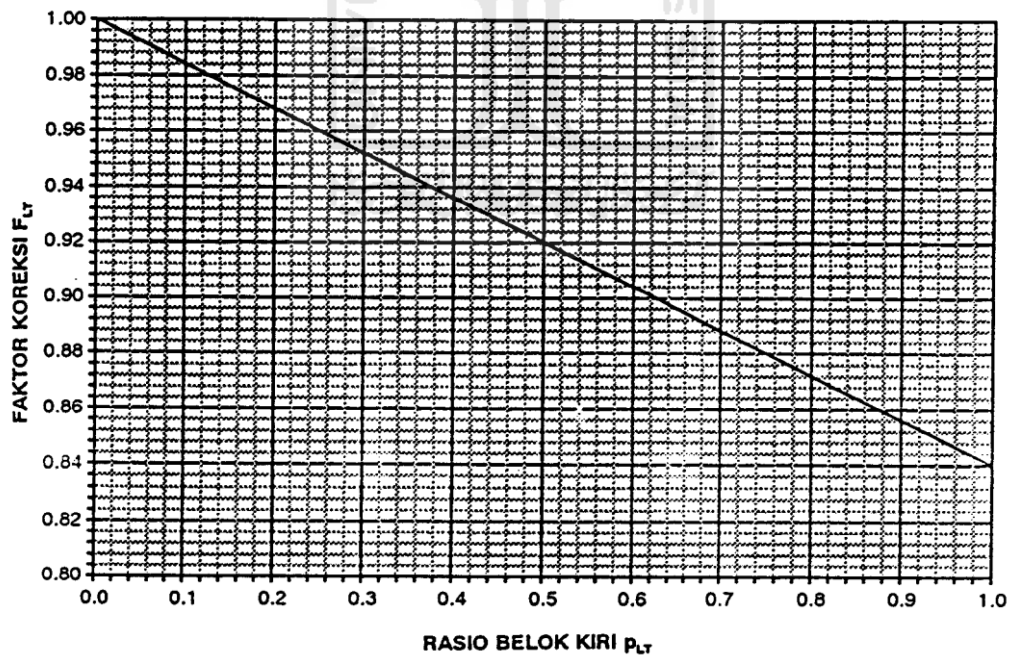
Gambar 3.3 Faktor Koreksi untuk Kelandaian (FG)



Gambar 3.4 Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (FP)



Gambar 3.5 Faktor Koreksi untuk Belok Kanan (FRT)



Gambar 3.6 Faktor Koreksi untuk Belok Kiri (FLT)

Rasio belok kanan ( $P_{RT}$ ) merupakan perbandingan antara arus belok kanan dengan total arus. Sedangkan rasio belok kiri ( $P_{LT}$ ) merupakan perbandingan antara arus belok kiri dengan total arus. Untuk menghitung faktor koreksi belok kanan (FRT) dan kiri (FLT) menggunakan persamaan berikut.

$$FRT = P_{RT} \times 0,26 \quad (3.13)$$

$$FLT = P_{LT} \times 0,16 \quad (3.14)$$

5. Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$DS = Q_{tot} / C \quad (3.15)$$

Keterangan:

DS : Derajat kejenuhan

Q : Volume lalu lintas (smp/jam)

C : Kapasitas jalan (smp/jam)

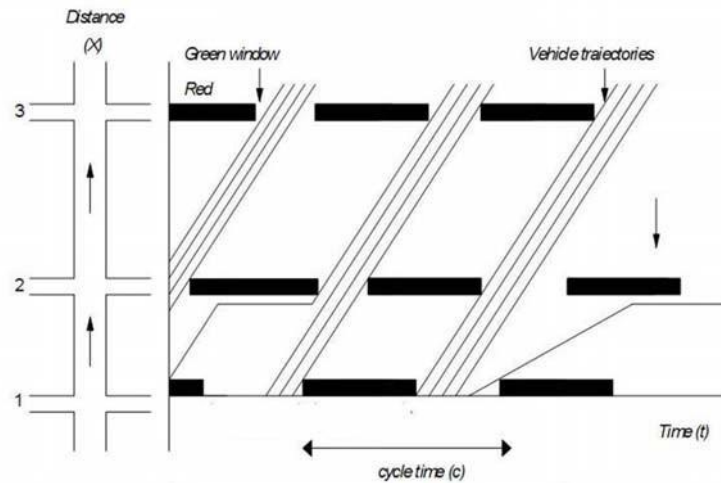
6. *Oversaturated* adalah suatu kondisi pada saat volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitasnya.
7. *Iringan (platoon)* adalah kondisi lalu lintas bila kendaraan bergerak dalam antrian atau peleton dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang didepan (pemimpin peleton).

### 3.4 Koordinasi Antar Simpang Bersinyal

Fungsi dari koordinasi antar simpang bersinyal adalah untuk mengoptimalkan jaringan jalan karena dengan adanya koordinasi tersebut diharapkan menghilangkan atau mengurangi tundaan (*delay*) dan antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang telah bergerak meninggalkan satu simpang diupayakan tidak mendapat sinyal merah pada simpang berikutnya, sehingga dapat berjalan lancar dengan kecepatan normal.

Menurut Taylor dkk, (1996) koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu cara untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor ditunjukkan seperti gambar di bawah ini.





**Gambar 3.7 Prinsip Koordinasi Sinyal dan *Green Wave***

(Sumber : Taylor dkk, 1996)

Dari gambar di atas, terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dalam mengkoordinasikan sinyal, yaitu sebagai berikut.

1. Waktu siklus pada sinyal tiap simpang diusahakan sama, hal ini untuk mempermudah menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang berikutnya.
2. Sebaiknya pola pengaturan simpang yang dipergunakan adalah *fixed time signal*, karena koordinasi sinyal dilakukan secara terus menerus.

#### **3.4.1 Syarat Koordinasi Simpang Bersinyal**

Menurut Shane dan Roess (1990) pada umumnya kendaraan yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan kelompoknya hingga sinyal berikutnya. Jarak di mana kendaraan akan tetap mempertahankan kelompoknya adalah sekitar 300 meter. Untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal diperlukan syarat - syarat yang harus dipenuhi, antara lain :

1. Jarak maksimal antar simpang yang akan dikoordinasikan adalah 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal sudah tidak efektif.
2. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama.

3. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri atau kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk *grid*.
4. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

Selain itu, menurut Taylor, dkk (1996) bahwa fungsi dari sistem koordinasi sinyal adalah mengikuti volume lalu lintas maksimum untuk melewati simpang tanpa berhenti dengan mulai waktu hijau (*green periods*) pada simpang berikutnya mengikuti kedatangan dari kelompok (*platoon*).

### 3.4.2 Metode Koordinasi Sinyal

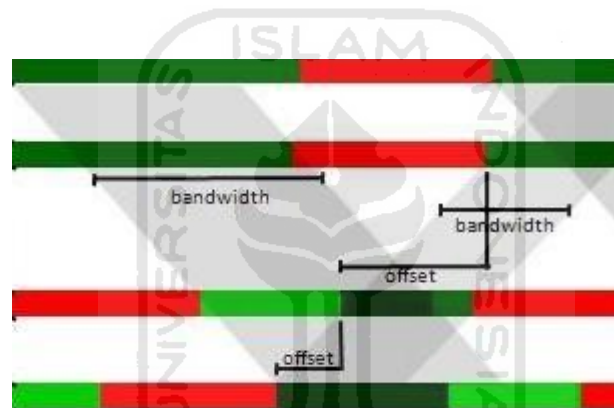
Ada beberapa metode koordinasi sinyal yang umum digunakan, antara lain :

1. Pola Pengaturan Waktu Tetap (*Fixed Time Control*)  
 Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah. Pola pengaturan tersebut merupakan pola pengaturan yang paling cocok untuk kondisi jalan atau jaringan jalan yang terkoordinasikan. Pola-pola pengaturan tersebut ditetapkan berdasarkan data-data dan kondisi dari jalan atau jaringan yang bersangkutan.
2. Pola Pengaturan Waktu Berubah  
 Pola pengaturan waktu yang diterapkan tidak hanya satu tetapi diubah-ubah sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Biasanya ada tiga pola yang diterapkan yang sudah secara umum ditetapkan berdasarkan kondisi lalu lintas sibuk pagi (*morning peak condition*), kondisi lalu lintas sibuk sore (*evening peak condition*), dan kondisi lalu lintas di antara kedua periode waktu tersebut (*off peak condition*).
3. Pola Pengaturan Waktu Berubah Sesuai Kondisi Lalu Lintas (*traffic responsive system*)  
 Pola pengaturan waktu yang diterapkan dapat berubah-ubah setiap waktu sesuai dengan perkiraan kondisi lalu lintas yang ada pada waktu yang bersangkutan. Pola-pola tersebut ditetapkan berdasarkan perkiraan kedatangan kendaraan yang dilakukan beberapa saat sebelum penerapannya.

### 3.4.3 Offset dan Bandwith

Menurut Papacostas (2005) *offset* merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya. Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi. Namun, waktu *offset* juga dapat digunakan untuk memulai membentuk lintasan koordinasi. Sedangkan *bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Keduanya berada dalam kecepatan yang konstan dan merupakan *platoon* yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.

Penjelasan mengenai *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini.



**Gambar 3.8 Offset dan Bandwidth dalam Diagram Koordinasi**

(Sumber : Papacostas, 2005)

### 3.4.4 Keuntungan Sistem Koordinasi

Menurut Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat No.AJ401/1/7/1991 Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat, beberapa keuntungan dalam penerapan sistem koordinasi adalah sebagai berikut.

1. Diperolehnya waktu perjalanan total yang lebih singkat bagi kendaraan - kendaraan dengan karakteristik tertentu.
2. Pengurangan derajat polusi udara.
3. Pengurangan polusi suara.
4. Penurunan konsumsi energi bahan bakar.
5. Penurunan angka kecelakaan.

### **3.5 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan**

#### **3.5.1 Kapasitas persimpangan**

Kapasitas persimpangan merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan kondisi isyarat lampu lalu lintas. Interval waktu yang digunakan untuk analisa kapasitas adalah 15 menit dengan mempertimbangkan sebagai interval waktu terpendek selama arus stabil. Anggapan yang dipakai definisi ini adalah bahwa kondisi perkerasan jalan dan cuaca sangat baik.

#### **3.5.2 Tingkat pelayanan**

Tingkat pelayanan suatu persimpangan (biasanya pada persimpangan berlampu lalu lintas) menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015 didapatkan dengan melihat waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang atau disebut dengan tundaan (*delay*).

Hubungan antara tingkat pelayanan dan tundaan dapat digolongkan dalam beberapa tingkat pelayanan adalah seperti berikut:

1. Tingkat pelayanan A

Menggambarkan operasi tundaan sangat rendah kurang dari 5,0 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi jika gerak maju kendaraan sangat menguntungkan dan kebanyakan kendaraan yang datang pada waktu fase hijau serta berhenti sama sekali. Panjang putaran yang terjadi juga dapat mengurangi waktu penundaan.

2. Tingkat Pelayanan B

Menggambarkan pengoperasian dengan tundaan yang sangat rendah dalam interval 5,1 – 15,0 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi dengan adanya gerak maju kendaraan yang baik atau gerak putar yang pendek dan kendaraan yang berhenti lebih banyak dari tingkat pelayanan A yang menyebabkan tingkat penundaan rerata lebih tinggi.

3. Tingkat Pelayanan C

Menggambarkan pengoperasian yang lebih tinggi dalam interval 15,1 – 25,0 detik tiap kendaraan. Hal ini disebabkan oleh gerak maju kendaraan yang sedang saja dan panjang putaran yang panjang.

4. Tingkat Pelayanan D

Menggambarkan pengoperasian dengan kisaran waktu 25,1 – 40,0 detik tiap kendaraan. pengaruh kemacetan sudah terlihat jelas. Penundaan yang lebih lama, mungkin disebabkan oleh kombinasi gerak maju yang tidak menguntungkan dan waktu putaran yang lama. Banyak kendaraan yang tidak berhenti jumlahnya menurun serta kegagalan individu mulai terlihat.

5. Tingkat pelayanan E

Menggambarkan pengoperasian dengan tundaan kisaran waktu 40,1 – 60,0 detik tiap kendaraan dan dianggap sebagai batas penundaan yang dapat diterima. Nilai tersebut menunjukkan gerak maju tiap kendaraan yang tidak baik, waktu putaran yang panjang, derajat kejenuhan yang cukup tinggi dan kemacetan individual yang terjadi.

6. Tingkat Pelayanan F

Menggambarkan tingkat pengoperasian dengan tundaan lebih dari 60,0 detik tiap kendaraan. Ini dianggap sebagai penundaan yang tidak dapat diterima oleh pengemudi. Kondisi tersebut sering terjadi bersamaan dengan keadaan terlalu jenuh, yaitu pada saat angka arus kedatangan melebihi kapasitas persimpangan jalan. Hal ini terjadi karena derajat kejenuhan yang tinggi dengan beberapa kemacetan individual. Gerak maju kendaraan yang tersendat dan waktu putaran yang panjang merupakan penyebab utama dari tingkat penundaan yang demikian.

Untuk lebih jelas mengenai kriteria tingkat pelayanan simpang dengan lampu lintas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Pelayanan Simpang dengan Lampu Lalu Lintas**

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (det)
A	$\leq 5,0$
B	$> 5,1 - 15,0$
C	$> 15,1 - 25,0$
D	$> 25,1 - 40,0$
E	$> 40,1 - 60,0$
F	$> 60,0$

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96, 2015)



## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder didapat dari berbagai sumber atau dari instansi terkait yang berhubungan dengan ruas jalan tersebut.

#### 1. Data Primer

##### a. Volume kendaraan

Untuk mendapatkan data volume kendaraan, pengamatan dilakukan langsung secara bersamaan pada kedua simpang yang akan diteliti. Volume kendaraan yang dicatat adalah volume kendaraan pada kondisi *peak* yang melewati setiap lengan simpang. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam survei volume kendaraan adalah sebagai berikut.

##### 1) Waktu survei

Diperlukan waktu dua hari untuk melakukan survei yaitu pada hari kerja (*weekday*) antara Senin hingga Kamis dan pada hari libur (*weekend*) yaitu diambil hari Sabtu atau Minggu. Data volume kendaraan dilakukan tiap 15 menit agar lebih detail.

##### 2) Klasifikasi tipe kendaraan

Klasifikasi tipe kendaraan yang diamati ada tiga jenis yaitu kendaraan berat (*Heavy Vehicle*) seperti truk dan bus, kendaraan ringan (*Light Vehicle*) seperti mobil pribadi, serta sepeda motor (*Motor Cycle*).

##### 3) Kecepatan

Survei kecepatan diperlukan untuk mengetahui kecepatan rencana atau rata-rata kendaraan pada ruas jalan RE Martadinata. Dengan begitu, bisa diketahui waktu tempuh antar kedua simpang.

#### b. Waktu sinyal

Survei waktu sinyal dilakukan untuk mengetahui pengaturan tiap-tiap waktu pada masing-masing simpang bersinyal. Survei ini dilakukan dengan pencatatan langsung di tiap pendekatan pada masing - masing simpang dengan menggunakan *stopwatch* atau dengan cara melihat langsung waktu siklus yang tertera di *traffic light* jika ada.

#### c. Geometrik simpang dan kondisi lingkungan

Survei geometrik simpang dilakukan untuk mengetahui keadaan di persimpangan dan keadaan sekitar secara geometrik. Cara yang dilakukan adalah pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur meteran atau *walking measure*. Beberapa hal yang diukur antara lain.

- 1) Jumlah lajur masuk.
- 2) Jumlah lajur keluar.
- 3) Lebar lajur masuk.
- 4) Lebar lajur keluar.
- 5) Pembagian lajur.
- 6) Ada atau tidaknya median dan lebarnya.

### 2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan adalah jumlah penduduk Kota Yogyakarta, yang didapat dari Pusat Badan Statistik (BPS). Data ini akan menentukan nilai faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan MKJI 1997.

### 3. Metode survei

Metode yang digunakan untuk memperoleh data volume kendaraan adalah dengan menempatkan surveyor di masing - masing lengan simpang ataupun di titik - titik yang telah ditentukan. Surveyor mengamati serta mencatat volume kendaraan yang kemudian direkapitulasi ke dalam formulir survei. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut.

#### a. Simpang Ngabean

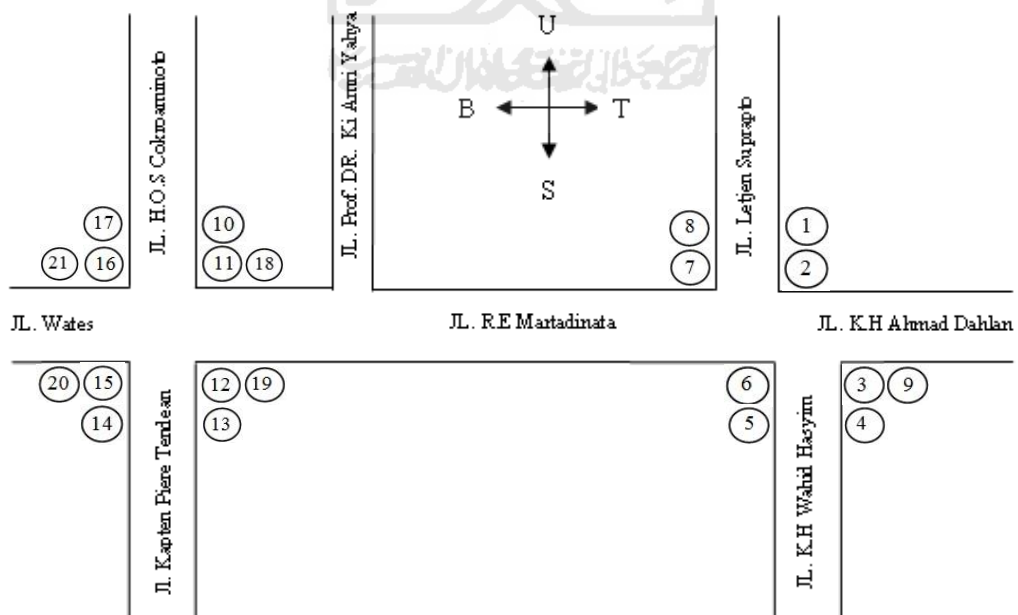
Pada simpang ini setidaknya dibutuhkan 9 orang surveyor yang diberi kode nomor 1 - 9.



1. Surveyor 1, mencatat sepeda motor ke arah utara dari arah timur, selatan dan barat.
  2. Surveyor 2, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah utara dari arah timur, selatan, dan barat.
  3. Surveyor 3, mencatat sepeda motor ke arah timur dari arah selatan, barat dan utara.
  4. Surveyor 4, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah timur dari arah selatan, barat dan utara.
  5. Surveyor 5, mencatat sepeda motor ke arah selatan dari arah barat, utara, dan timur.
  6. Surveyor 6, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah selatan dari arah barat, utara, dan timur.
  7. Surveyor 7, mencatat sepeda motor ke arah timur dari arah utara, barat, dan selatan.
  8. Surveyor 8, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah timur dari arah utara, barat, dan selatan.
  9. Surveyor 9, mencatat kendaraan belok kiri jalan terus dari arah timur ke selatan berupa sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.
- b. Simpang Wirobrajan
- Pada simpang ini setidaknya dibutuhkan 12 orang surveyor yang diberi kode dari nomor 10 - 21.
- 1) Surveyor 10, mencatat sepeda motor ke arah utara dari arah timur, selatan dan barat.
  - 2) Surveyor 11, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah utara dari arah timur, selatan dan barat.
  - 3) Surveyor 12, mencatat sepeda motor ke arah timur dari arah selatan, barat dan utara.
  - 4) Surveyor 13, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah timur dari arah selatan, barat dan utara
  - 5) Surveyor 14, mencatat sepeda motor ke arah selatan dari arah timur, utara dan barat.

- 6) Surveyor 15, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah selatan dari arah timur, utara dan barat.
- 7) Surveyor 16, mencatat sepeda motor ke arah barat dari arah utara, timur dan selatan.
- 8) Surveyor 17, mencatat kendaraan ringan dan kendaraan berat ke arah barat dari arah utara, timur dan selatan.
- 9) Surveyor 18, mencatat kendaraan belok kiri jalan terus dari arah utara ke timur berupa sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.
- 10) Surveyor 19, mencatat kendaraan belok kiri jalan terus dari arah timur ke selatan berupa sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.
- 11) Surveyor 20, mencatat kendaraan belok kiri jalan terus dari arah selatan ke barat berupa kendaraan sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.
- 12) Surveyor 21, mencatat kendaraan belok kiri jalan terus dari arah barat ke utara berupa kendaraan sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.

Untuk penempatan surveyor dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 4.1 Denah Lokasi Penempatan Surveyor**

## 4.2 Alat yang Digunakan

Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah sebagai berikut.

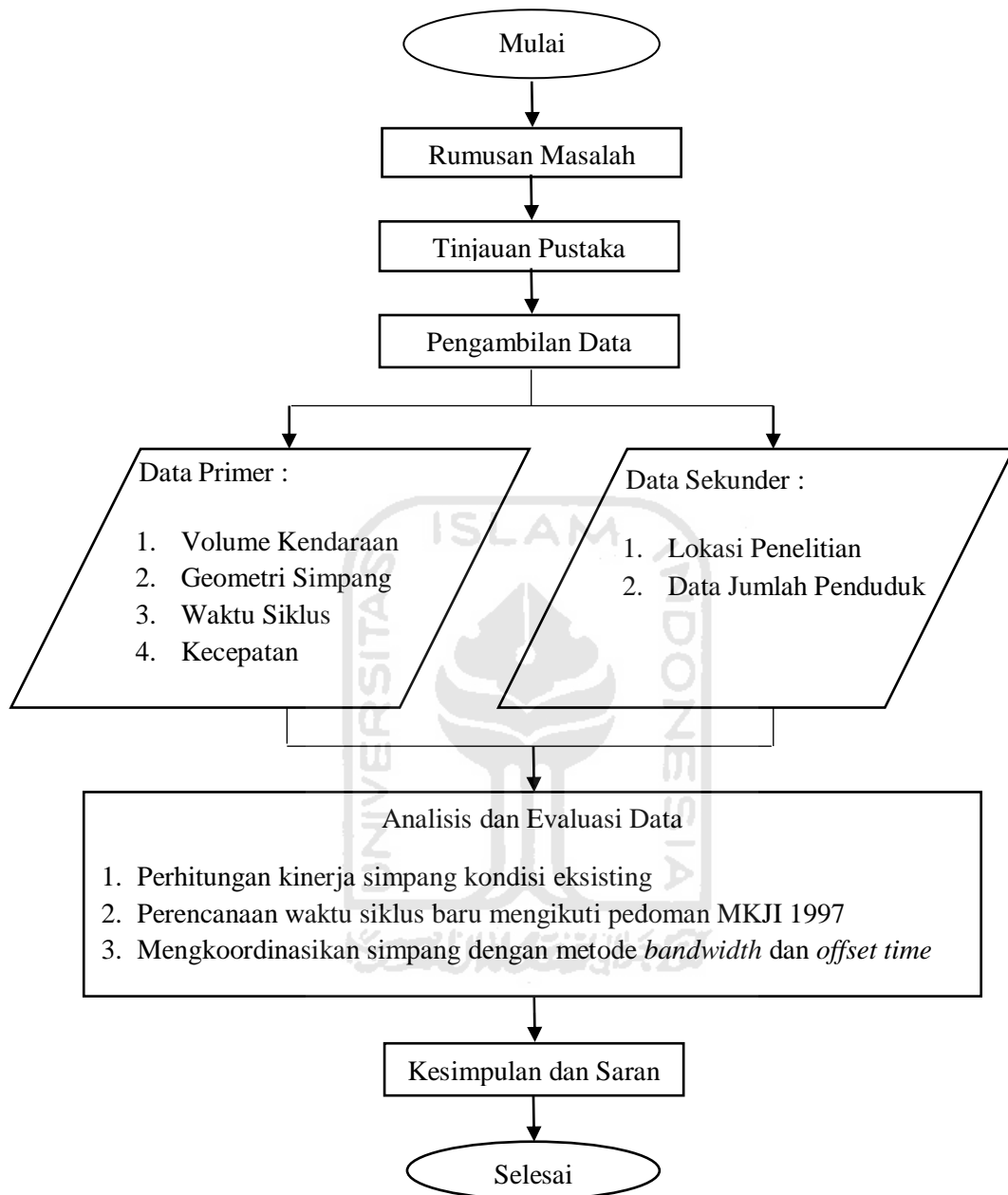
1. Lembar formulir survei.
2. Alat tulis.
3. Arloji.
4. *Stopwatch*.
5. Meteran atau *walking measure*.
6. *Traffic Counter*.
7. *Personal Computer*, digunakan untuk melakukan analisis data.

## 4.3 Analisis Penelitian

Analisis data menggunakan pedoman MKJI 1997. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja dari kedua simpang. Setelah mengetahui kinerja dari kedua simpang, selanjutnya kedua simpang tersebut dikoordinasi sehingga mendapatkan alternatif solusinya.

## 4.4 Bagan Alir Penelitian

Untuk memperjelas tentang proses pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) proses pengerjaan tugas akhir pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pengumpulan Data**

##### **5.1.1 Geometri Simpang**

Menurut MKJI 1997, untuk melakukan perhitungan kinerja simpang dibutuhkan data geometri simpang. Data geometrik tersebut adalah jarak antar simpang dan lebar efektif ( $We$ ) semua pendekat pada tiap simpang. Jarak antara Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan adalah 480 meter, sedangkan untuk lebar efektif semua pendekat pada tiap simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.1 Lebar Efektif Pendekat**

Simpang	Pendekat	Lebar Efektif ( $We$ ) (m)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan (T)	10
	Jl. Wahid Hasyim (S)	7
	Jl. RE Martadinata (B)	11
	Jl. Letjen Suprpto (U)	8
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata (T)	10
	Jl. Kapten Piere Tendean (S)	8
	Jl. Wates (B)	11
	Jl. HOS Cokroaminoto (U)	8

##### **5.1.2 Tata Guna Lahan**

Data tata guna lahan dibutuhkan untuk mengetahui tipe lingkungan jalan dan kondisi hambatan pada tiap simpang, yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan MKJI 1997. Data tata guna lahan pada Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.2 Tata Guna Lahan**

Simpang	Pendekat	Gambaran Umum Lapangan	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. Wahid Hasyim	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. RE Martadinata	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. Letjen Suprpto	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. Kapten Piere Tendean	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. Wates	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah
	Jl. HOS Cokroaminoto	Pelayanan Umum, Toko	Komersial	Rendah

Pemilihan tipe lingkungan komersial dan hambatan samping rendah ditentukan berdasarkan visual saat melakukan survei di lokasi penelitian.

### 5.1.3 Waktu Sinyal dan Fase

Dalam penelitian ini, ada dua simpang yang akan dikoordinasikan. Salah satu syarat koordinasi simpang adalah waktu siklus yang sama di semua simpang. Pada kondisi eksisting, kedua simpang memiliki fase pergerakan yang sama namun memiliki waktu siklus yang berbeda. Setelah melakukan survei di lokasi, didapatkan data waktu siklus pada Simpang Ngabean yaitu 132 detik dan Simpang Wirobrajan 159 detik. Kedua simpang memiliki tipe pengaturan waktu siklus yang dinamis. Dari data tersebut terlihat bahwa kedua simpang belum terkoordinasi karena memiliki waktu siklus yang tidak sama. Waktu sinyal kedua simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

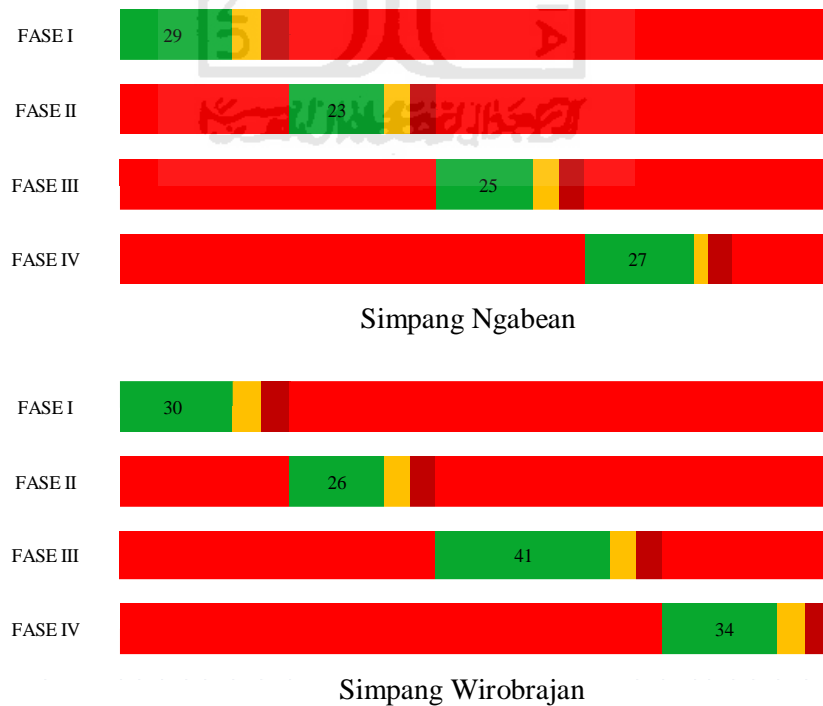
**Tabel 5.3 Waktu Sinyal Simpang Ngabean Kondisi Eksisting**

Simpang	Pendekat	Hijau	Kuning	Merah	<i>All Red</i>	<i>Intergreen</i>	LTI
Ngabean	T	29	3	100	4	7	28
	S	23	3	105	4	7	28
	B	25	3	104	4	7	28
	U	27	3	101	4	7	28

**Tabel 5.4 Waktu Sinyal Simpang Wirobrajan Kondisi Eksisting**

Simpang	Pendekat	Hijau	Kuning	Merah	<i>All Red</i>	<i>Intergreen</i>	LTI
Wirobrajan	T	30	3	115	4	7	28
	S	26	3	117	4	7	28
	B	41	3	100	4	7	28
	U	34	3	110	4	7	28

Sedangkan untuk diagram fase kedua simpang, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

**Gambar 5.1** Diagram Fase Kedua Simpang Kondisi Eksisting

Keterangan:

- : Sinyal merah (detik)
- : *Amber* (detik)
- : Sinyal hijau (detik)
- : *All Red* (detik)

#### 5.1.4 Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan adalah jumlah penduduk Kota Yogyakarta, yang didapat dari Pusat Badan Statistik (BPS). Untuk tahun 2019, diperoleh data jumlah penduduk Yogyakarta sebesar 431.939 jiwa. Data ini akan menentukan nilai faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan MKJI 1997.

#### 5.1.5 Volume Puncak Simpang

Survei dilakukan pada pagi dan sore selama dua hari yaitu Senin dan Sabtu, dengan tujuan menganalisis kinerja simpang untuk situasi hari kerja (*weekday*) dan hari libur (*weekend*). Volume puncak dapat dilihat dari volume kendaraan yang telah dicatat dalam hitungan per jam. Data volume kendaraan di kedua simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.5 Volume Simpang Ngabean Hari Senin, 08 Oktober 2018**

Waktu	PENDEKAT SIMPANG				Total (smp)
	Volume (smp)				
	Jl. Ahmad Dahlan	Jl. Wahid Hasyim	Jl. RE Martadinata	Jl. Letjen Suprpto	
06.00-07.00	733	585	896	498	2712
06.15-07.15	770	590	859	594	2813
06.30-07.30	780	634	913	684	3011
06.45-07.45	715	626	902	650	2893
07.00-08.00	625	629	842	675	2771
15.00-16.00	880	696	921	689	3186
15.15-16.15	957	735	917	810	3419
15.30-16.30	967	794	998	933	3692
15.45-16.45	968	843	1035	1003	3849
16.00-17.00	994	833	1082	992	3901



**Tabel 5.6 Volume Simpang Wirobrajan Hari Senin, 08 Oktober 2018**

Waktu	PENDEKAT SIMPANG				Total (smp)
	Volume (smp)				
	Jl. RE Martadinata	Jl. K. Piere Tendean	Jl. Wates	Jl. HOS Cokroaminoto	
06.00-07.00	534	748	1161	794	3237
06.15-07.15	658	750	1155	835	3398
06.30-07.30	705	748	1143	736	3332
06.45-07.45	684	721	1154	755	3314
07.00-08.00	654	706	1105	753	3218
15.00-16.00	868	788	1846	835	4337
15.15-16.15	945	811	1990	840	4586
15.30-16.30	1028	881	1986	910	4805
15.45-16.45	1077	850	1963	889	4779
16.00-17.00	1075	841	2038	887	4841

**Tabel 5.7 Volume Simpang Ngabean Hari Sabtu, 06 Oktober 2018**

Waktu	PENDEKAT SIMPANG				Total (smp)
	Volume (smp)				
	Jl. Ahmad Dahlan	Jl. Wahid Hasyim	Jl. RE Martadinata	Jl. Letjen Suprpto	
06.00-07.00	376	398	635	324	1733
06.15-07.15	451	452	676	349	1928
06.30-07.30	546	488	716	393	2143
06.45-07.45	506	534	708	472	2220
07.00-08.00	564	512	722	471	2269
15.00-16.00	594	558	721	819	2692
15.15-16.15	569	594	756	841	2760
15.30-16.30	603	657	753	867	2880
15.45-16.45	629	705	777	902	3013
16.00-17.00	684	762	764	896	3106

**Tabel 5.8 Volume Simpang Wirobrajan Hari Sabtu, 06 Oktober 2018**

Waktu	PENDEKAT SIMPANG				Total (smp)
	Volume (smp)				
	Jl. RE Martadinata	Jl. K. Piere Tendean	Jl. Wates	Jl. HOS Cokroaminoto	
06.00-07.00	536	258	789	487	2070
06.15-07.15	598	331	926	535	2390
06.30-07.30	580	389	999	585	2553
06.45-07.45	620	469	1051	506	2646
07.00-08.00	610	534	1107	607	2858
15.00-16.00	708	618	1111	892	3329
15.15-16.15	726	663	1191	927	3507
15.30-16.30	721	654	1131	942	3448
15.45-16.45	766	662	1135	956	3519
16.00-17.00	788	654	1306	971	3719

Rekapitulasi volume kendaraan total di kedua simpang pada hari Senin dan Sabtu dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 5.9 Volume Kendaraan Total Hari Senin, 08 Oktober 2018**

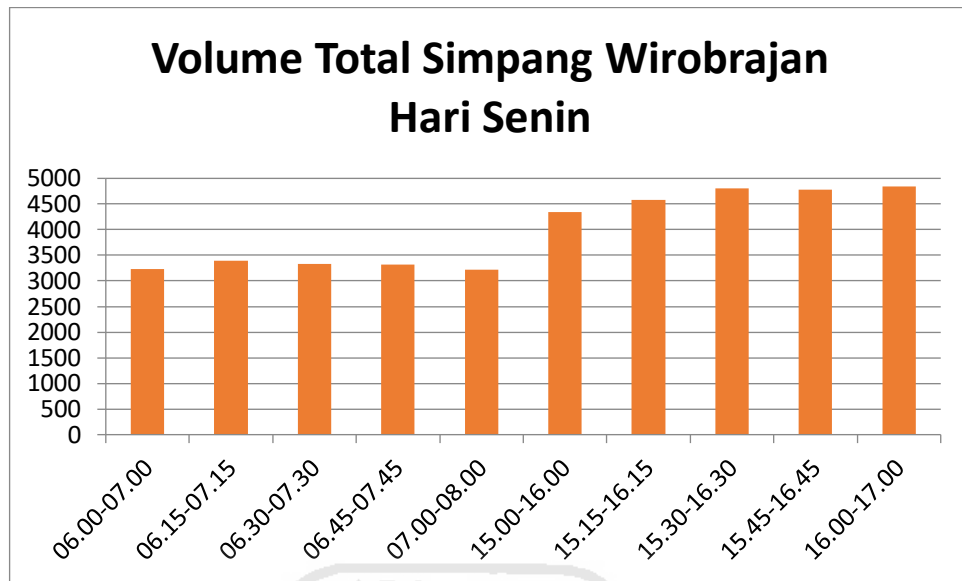
Waktu	Simpang Ngabean (smp)	Simpang Wirobrajan (smp)
06.00-07.00	2712	3237
06.15-07.15	2813	3398
06.30-07.30	3011	3332
06.45-07.45	2893	3314
07.00-08.00	2771	3218
15.00-16.00	3186	4337
15.15-16.15	3419	4586
15.30-16.30	3692	4805
15.45-16.45	3849	4779
16.00-17.00	3901	4841

**Tabel 5.10 Volume Kendaraan Total Hari Sabtu, 06 Oktober 2018**

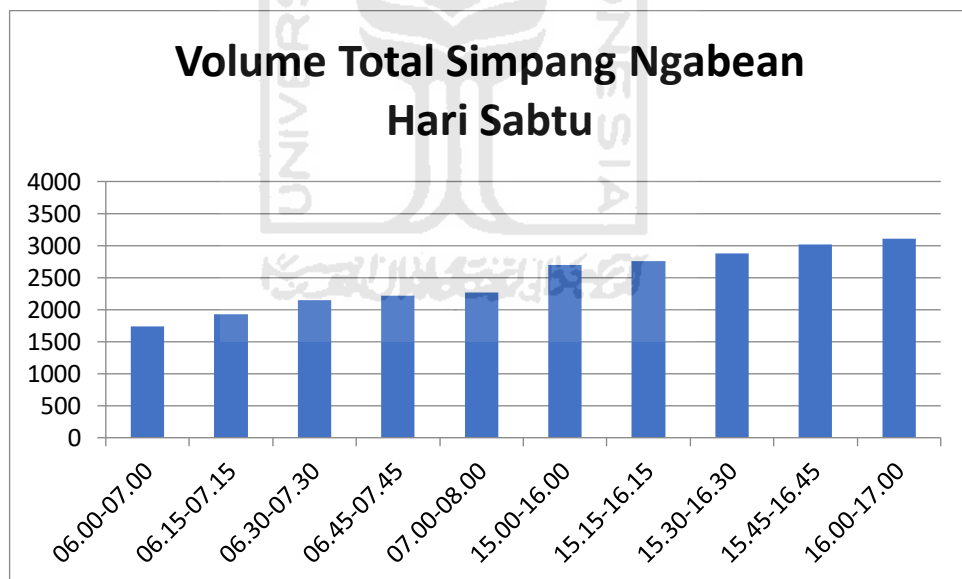
Waktu	Simpang Ngabean (smp)	Simpang Wirobrajan (smp)
06.00-07.00	1733	2070
06.15-07.15	1928	2390
06.30-07.30	2143	2553
06.45-07.45	2220	2646
07.00-08.00	2269	2858
15.00-16.00	2692	3329
15.15-16.15	2760	3507
15.30-16.30	2880	3448
15.45-16.45	3013	3519
16.00-17.00	3106	3719

Dalam perhitungan MKJI 1997, untuk menentukan kinerja simpang dibutuhkan volume puncak. Penentuan volume puncak dilakukan dengan cara melihat grafik volume kendaraan total di bawah ini.

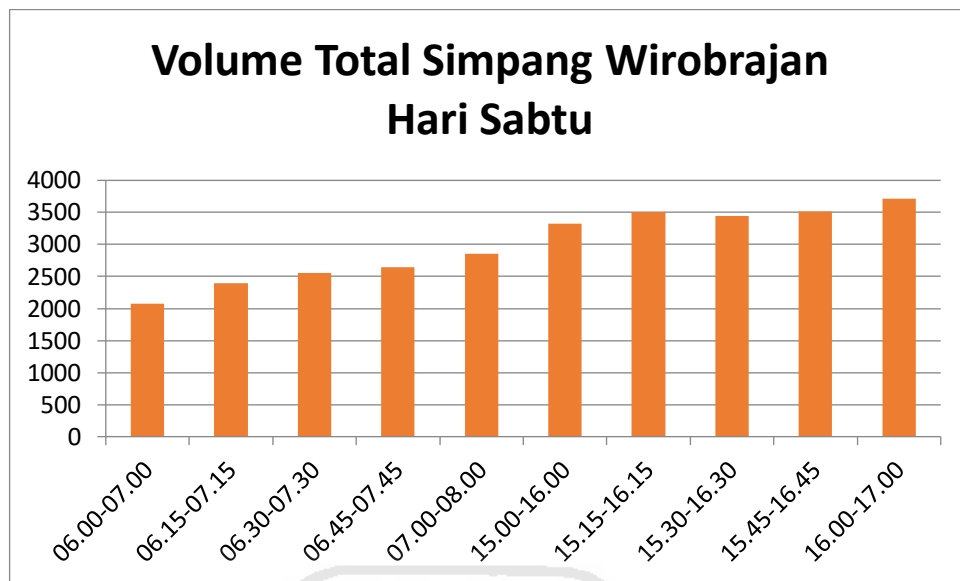
**Gambar 5.2** Volume Total Simpang Ngabean Hari Senin



**Gambar 5.3** Volume Total Simpang Wirobrajan Hari Senin



**Gambar 5.4** Volume Total Simpang Ngabean Hari Sabtu



**Gambar 5.5** Volume Total Simpang Wirobrajan Hari Sabtu

Berdasarkan grafik-grafik di atas, didapatkan volume puncak kedua simpang berada di jam 16.00 – 17.00, karena memiliki volume tertinggi di antara jam lainnya. Maka volume kendaraan pada jam tersebut yang akan dimasukkan dalam perhitungan kondisi eksisting.

## 5.2 Analisis Perhitungan

### 5.2.1 Analisis Eksisting

Sebelum melakukan koordinasi, perlu mengetahui kecepatan *platoon* pada ruas tersebut untuk mendapatkan waktu tempuh antar simpang. Dalam penelitian ini akan digunakan kecepatan rencana sesuai dengan hasil survei yaitu 30 km/jam.

Waktu tempuh dari Simpang Ngabean ke Simpang Wirobrajan:

$$T = (S / v) \times 3600$$

$$T = (0,48 / 30) \times 3600$$

$$T = 57 \text{ detik}$$

Keterangan:

T : Waktu tempuh (detik)

S : Jarak (kilometer)

v : Kecepatan (km/jam)

Setelah mengetahui kecepatan dan waktu tempuh serta waktu siklus semua simpang, maka koordinasi dapat dilakukan.

### 5.2.2 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Untuk merencanakan waktu siklus baru yang lebih baik, akan digunakan perhitungan kinerja yang paling jenuh. Kinerja simpang dihitung dengan menggunakan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Contoh urutan perhitungan adalah seperti di bawah ini.

#### 1. Simpang Ngabean

##### a. Pendekat Timur

##### 1) Perhitungan Arus Jenuh (S)

Sebelum melakukan perhitungan arus jenuh, terlebih dahulu harus mengetahui angka derajat jenuh dasar ( $S_o$ ). Selain itu, perlu mengetahui juga beberapa faktor yang mempengaruhi hambatan pada simpang (F). Angka faktor tersebut dilihat dari tabel-tabel yang ada di MKJI 1997 kemudian disesuaikan dengan kondisi simpang yang akan diteliti.

Lebar efektif ( $W_e$ ) = 10 m

$F_{cs}$  = 1,05

$F_{sf}$  = 0,95

$F_g$  = 1

$F_p$  = 1

$F_{lt}$  = 0,97

$F_{rt}$  = 0,97

Untuk perhitungan arus jenuh dasar akan menggunakan rumus persamaan (3.12), yaitu:

$S_o = W_e \times 780$

= 10 x 780

= 7800 smp/jam hijau

Perhitungan arus jenuh:

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

= 7800 x 1,05 x 0,95 x 1 x 1 x 0,97 x 0,97

= 7294 smp/jam hijau

## 2) Perhitungan Rasio Arus (FR)

Rasio arus adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan arus jenuh (S). Perhitungan rasio arus adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} FR &= Q / S \\ &= 994,1 / 7294 \\ &= 0,14 \end{aligned}$$

## 3) Perhitungan Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} C &= (S / c) \times g \\ &= (7294 / 132) \times 29 \\ &= 1603 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## 4) Perhitungan Derajat Jenuh (DS)

Derajat jenuh adalah perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dengan kapasitas (C). Perhitungan derajat jenuh adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} DS &= Q / C \\ &= 994,1 / 1603 \\ &= 0,62 \end{aligned}$$

## 5) Perhitungan Rasio Hijau (GR)

Rasio hijau adalah perbandingan antara waktu hijau (g) dengan waktu siklus (c). Perhitungan rasio hijau adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} GR &= g / c \\ &= 29 / 132 \\ &= 0,219 \end{aligned}$$

## 6) Perhitungan Antrean Kendaraan (NQ)

Perhitungan ini memerlukan angka jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dan juga angka jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2). Berikut adalah perhitungan jumlah antrean kendaraan (NQ).

$$\begin{aligned}
 NQ1 &= 0,25 \times C \times [(DS - 1) - \sqrt{(DS - 1)^2 - \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}] \\
 &= 0,25 \times 1603 \times [(0,62 - 1) - \sqrt{(0,62 - 1)^2 - \frac{8 \times (0,62 - 0,5)}{1603}}] \\
 &= 0,316
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NQ2 &= c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 132 \times \frac{1 - 0,219}{1 - 0,219 \times 0,62} \times \frac{994,1}{3600} \\
 &= 32,93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NQ &= NQ1 + NQ2 \\
 &= 0,316 + 32,93 \\
 &= 33,247 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan pada semua lengan, didapatkan NQ terbesar yaitu 39,676 meter. Angka NQ terbesar ini akan digunakan dalam perhitungan panjang antrean (QL).

7) Perhitungan Panjang Antrean (QL)

Perhitungan panjang antrean adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 QL &= NQ_{\max} \times 20 / We \\
 &= 39,676 \times 20 / 10 \\
 &= 79,352 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8) Perhitungan Angka Henti (NS)

Perhitungan angka henti adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times NQ \times 3600 / (Q \times c) \\
 &= 0,9 \times 33,247 \times 3600 / (994,1 \times 132) \\
 &= 0,821
 \end{aligned}$$

9) Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti (NSv)

Perhitungan jumlah kendaraan terhenti adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Nsv &= Q \times NS \\
 &= 994,1 \times 0,821 \\
 &= 816,05
 \end{aligned}$$



## 10) Perhitungan Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata (DT)

Perhitungan tundaan lalu lintas rata - rata adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} A &= 0,5 \times (1 - GR)^2 / (1 - GR \times DS) \\ &= 0,5 \times (1 - 0,219)^2 / (1 - 0,219 \times 0,62) \\ &= 0,352 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT &= c \times A + (NQ1 \times 3600 / C) \\ &= 132 \times 0,352 + (0,316 \times 3600 / 1603) \\ &= 47,237 \text{ detik} \end{aligned}$$

## 11) Perhitungan Tundaan Geometrik (DG)

Perhitungan tundaan geometrik adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} DG &= (1 - NS) \times Pr \times 6 + (NS \times 4) \\ &= (1 - 0,821) \times 0,22 \times 6 + (0,821 \times 4) \\ &= 3,425 \text{ detik} \end{aligned}$$

12) Perhitungan Tundaan Rata - Rata (*Delay*)

Perhitungan tundaan rata - rata adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tundaan rata-rata} &= DT + DG \\ &= 47,237 + 3,425 \\ &= 50,662 \text{ detik} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pendekat yang lain, akan mengikuti perhitungan di atas sesuai dengan data tiap pendekat.

## 2. Simpang Wirobrajan

Untuk kinerja pada simpang Wirobrajan akan menggunakan perhitungan yang sama seperti perhitungan kinerja pada simpang Ngabean. Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja kedua simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.11 Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Hari Senin, 08 Oktober 2018**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det/smp)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	994	1603	132	29	0,62	79	50
	Jl. Wahid Hasyim	833	859	132	23	0,97	113	97
	Jl. RE Martadinata	1082	1491	132	25	0,73	72	55
	Jl. Letjen Suprpto	992	1123	132	27	0,88	99	64
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	1075	1373	159	30	0,78	193	68
	Jl. Kapten Piere Tendean	841	991	159	26	0,85	241	76
	Jl. Wates	2038	2143	159	41	0,95	175	75
	Jl. HOS Cokroaminoto	887	1250	159	34	0,71	239	63
Rata-rata						0,81	151	69

**Tabel 5.12 Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Hari Sabtu, 06 Oktober 2018**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det/smp)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	684	1605	132	29	0,43	64	42
	Jl. Wahid Hasyim	762	870	132	23	0,88	92	69
	Jl. RE Martadinata	764	1475	132	25	0,52	58	51
	Jl. Letjen Suprpto	896	1149	132	27	0,78	80	57
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	788	1393	159	30	0,57	102	62
	Jl. Kapten Piere Tendean	654	973	159	26	0,67	128	67
	Jl. Wates	1306	2115	159	41	0,62	93	55
	Jl. HOS Cokroaminoto	971	1221	159	34	0,80	126	67
Rata-rata						0,66	90	59

Setelah mengetahui kinerja kedua simpang pada kondisi eksisting, maka perencanaan koordinasi untuk kedua simpang dapat dilakukan. Hari Senin akan

mewakili kondisi hari kerja (*weekday*), sedangkan hari Sabtu akan mewakili kondisi hari libur (*weekend*).

### 5.2.3 Perencanaan Waktu Siklus Baru untuk Hari Kerja

Akan ada empat perencanaan waktu siklus baru yang akan dihitung. Semua perhitungan menggunakan aturan MKJI 1997 yang akan diterapkan di semua pendekat pada kedua simpang.

Perencanaan I akan mengubah waktu siklus Simpang Ngabean, lalu waktu siklus pada Simpang Wirobrajan akan mengikuti waktu siklus simpang Ngabean. Perencanaan II akan mengubah waktu siklus simpang Wirobrajan, lalu waktu siklus pada simpang Ngabean akan mengikuti waktu siklus simpang Wirobrajan. Untuk perencanaan III, akan menggunakan waktu siklus rata – rata dari perencanaan I dan II. Sedangkan untuk perencanaan IV, akan menggunakan waktu siklus maksimum yang direkomendasikan oleh MKJI 1997.

#### 1. Perencanaan I

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Ngabean adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} c &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR) \\ &= (1,5 \times 28 + 5) / (1 - 0,62) \\ &= 125 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} gi &= (c - LTI) \times PR \\ &= (125 - 28) \times 0,22 \\ &= 21 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus baru untuk simpang Ngabean adalah 125 detik. Lalu waktu siklus untuk simpang Wirobrajan akan mengikuti waktu siklus baru tersebut.

Rekapitulasi perhitungan waktu siklus dan waktu hijau perencanaan I dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.13 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Ngabean**

Simpang Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	Jl. Wahid Hasyim	Jl. RE Martadinata	Jl. Letjen Suprpto
Q (smp)	994	833	1082	992
S (smp)	7294	4927	7871	5492
FR	0,14	0,17	0,14	0,18
$\Sigma$ FR	0,62			
PR	0,22	0,27	0,22	0,29
LTI (det)	28			
<i>Cycle Time</i> (det)	125			
<i>Green Time</i> (det)	21	26	21	28

**Tabel 5.14 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Wirobrajan**

Simpang Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	Jl. K. Piere Tendean	Jl. Wates	Jl. HOS Cokroaminoto
Q	1075	841	2038	887
S	7275	6062	8312	5843
FR	0,15	0,14	0,25	0,15
$\Sigma$ FR	0,68			
PR	0,22	0,20	0,36	0,22
LTI(detik)	28			
<i>Cycle Time</i> (det)	125			
<i>Green Time</i> (det)	21	20	35	22

Sedangkan rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan I dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.15 Kinerja Simpang Perencanaan I**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	994	1237	125	21	0,80	75	58
	Jl. Wahid Hasyim	833	1037	125	26	0,80	107	55
	Jl. RE Martadinata	1082	1346	125	21	0,80	68	57
	Jl. Letjen Suprpto	992	1234	125	28	0,80	94	54
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	1075	1220	125	21	0,88	141	63
	Jl. Kapten Piere Tendean	841	955	125	20	0,88	176	66
	Jl. Wates	2038	2313	125	35	0,88	128	51
	Jl. HOS Cokroaminoto	887	1007	125	22	0,88	174	65
Rata-rata						0,84	121	59

## 2. Perencanaan II

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Wirobrajan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 c &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR) \\
 &= (1,5 \times 28 + 5) / (1 - 0,68) \\
 &= 149 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 gi &= (c - LTI) \times PR \\
 &= (149 - 28) \times 0,22 \\
 &= 26 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus baru untuk simpang Wirobrajan adalah 149 detik. Lalu waktu siklus untuk simpang Ngabean akan mengikuti waktu siklus baru tersebut.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan II dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.16 Kinerja Simpang Perencanaan II**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	994	1294	149	26	0,77	87	65
	Jl. Wahid Hasyim	833	1085	149	33	0,77	124	61
	Jl. RE Martadinata	1082	1408	149	27	0,77	79	64
	Jl. Letjen Suprpto	992	1291	149	35	0,77	109	59
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	1075	1277	149	26	0,84	162	68
	Jl. Kapten Piere Tendean	841	999	149	24	0,84	202	71
	Jl. Wates	2038	2420	149	43	0,84	147	56
	Jl. HOS Cokroaminoto	887	1053	149	27	0,84	200	69
Rata-rata						0,81	139	64

### 3. Perencanaan III

Untuk perencanaan III, akan menggunakan waktu siklus rata – rata dari perencanaan I dan II. Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Ngabean adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 c &= (\text{waktu siklus I} + \text{waktu siklus II}) / 2 \\
 &= (125 + 149) / 2 \\
 &= 137 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 gi &= (c - LTI) \times PR \\
 &= (137 - 28) \times 0,22 \\
 &= 24 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus rata – rata yaitu 137 detik. Lalu waktu siklus tersebut akan digunakan pada kedua simpang.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan III dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.17 Kinerja Simpang Perencanaan III**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	994	1268	137	24	0,78	81	61
	Jl. Wahid Hasyim	833	1063	137	30	0,78	116	58
	Jl. RE Martadinata	1082	1381	137	24	0,78	73	61
	Jl. Letjen Suprpto	992	1266	137	32	0,78	101	56
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	1075	1251	137	24	0,86	151	66
	Jl. Kapten Piere Tendean	841	979	137	22	0,86	189	68
	Jl. Wates	2038	2372	137	39	0,86	38	53
	Jl. HOS Cokroaminoto	887	1033	137	24	0,86	187	67
Rata-rata						0,82	130	61

#### 4. Perencanaan IV

Untuk perencanaan IV, akan menggunakan waktu siklus maksimum simpang bersinyal yang direkomendasikan oleh MKJI 1997. Waktu siklus yang layak untuk simpang 4 fase adalah 80 - 130 detik. Sehingga untuk perencanaan IV akan menggunakan waktu siklus 130 detik. Lalu waktu siklus tersebut akan digunakan pada kedua simpang.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan IV dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.18 Kinerja Simpang Perencanaan IV**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	994	1251	130	22	0,79	77	59
	Jl. Wahid Hasyim	833	1049	130	28	0,79	111	57
	Jl. RE Martadinata	1082	1362	130	22	0,79	70	58
	Jl. Letjen Suprpto	992	1249	130	30	0,79	97	55
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	1075	1234	130	22	0,87	145	64
	Jl. Kapten Piere Tendean	841	966	130	21	0,87	182	67
	Jl. Wates	2038	2340	130	37	0,87	132	52
	Jl. HOS Cokroaminoto	887	1018	130	23	0,87	180	65
Rata-rata						0,83	125	60

#### 5.2.4 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik untuk Hari Kerja

Untuk menentukan perencanaan yang terbaik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Nilai pembobotan kinerja rata – rata untuk derajat kejenuhan (DS), panjang antrean (QL), dan tundaan (*delay*) akan dibuat berbeda. Bobot untuk derajat kejenuhan adalah 0,5. Bobot untuk panjang antrean akan dibuat lebih kecil yaitu 0,2. Sedangkan bobot untuk *delay* yaitu 0,3. Derajat kejenuhan memiliki bobot yang paling besar karena merupakan parameter utama penentu kinerja suatu jalan.
2. Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan nilai pembobotan.
3. Perencanaan terbaik adalah perencanaan yang memiliki hasil penilaian paling kecil.



Setelah didapatkan hasil kinerja rata-rata pada setiap perencanaan, maka perhitungan penilaian dapat dilakukan. Rekapitulasi hasil perhitungan penilaian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.19 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik**

Perencanaan	Nilai Pembobotan			Hasil Penilaian (DS x 0,5)+(QL x 0,2)+(Delay x 0,3)
	DS*	QL* (m)	Delay* (dtk)	
	0,5	0,2	0,3	
I	0,84	121	59	42,32**
II	0,81	139	64	47,40
III	0,82	130	61	44,71
IV	0,83	125	60	43,42
Eksisting	0,81	151	69	51,30

Keterangan:

\* = Nilai rata – rata

\*\* = Perencanaan yang dipilih

Berdasarkan tabel di atas, hasil yang terbaik adalah perencanaan I karena memiliki hasil penilaian yang paling kecil. Oleh karena itu, perencanaan I akan digunakan dalam perencanaan koordinasi antar sinyal untuk hari kerja (*weekday*).

### 5.2.5 Perencanaan Waktu Siklus Baru untuk Hari Libur

Akan ada empat perencanaan waktu siklus baru yang akan dihitung. Semua perhitungan akan menggunakan aturan MKJI 1997 yang akan diterapkan di semua pendekat pada kedua simpang.

Perencanaan I akan mengubah waktu siklus simpang Ngabean, lalu waktu siklus pada simpang Wirobrajan akan mengikuti waktu siklus simpang Ngabean. Perencanaan II akan mengubah waktu siklus simpang Wirobrajan, lalu waktu siklus pada simpang Ngabean akan mengikuti waktu siklus simpang Wirobrajan. Untuk perencanaan III, akan menggunakan waktu siklus rata – rata dari

perencanaan I dan II. Sedangkan untuk perencanaan IV, akan menggunakan waktu siklus maksimum yang direkomendasikan oleh MKJI 1997.

#### 1. Perencanaan I

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Ngabean adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} c &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR) \\ &= (1,5 \times 28 + 5) / (1 - 0,50) \\ &= 95 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_i &= (c - LTI) \times PR \\ &= (95 - 28) \times 0,19 \\ &= 12 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus baru untuk simpang Ngabean adalah 95 detik. Lalu waktu siklus untuk simpang Wirobrajan akan mengikuti waktu siklus baru tersebut.

Rekapitulasi perhitungan waktu siklus dan waktu hijau perencanaan I dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.20 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Ngabean**

Simpang Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	Jl. Wahid Hasyim	Jl. RE Martadinata	Jl. Letjen Suprpto
Q	684	762	764	896
S	7303	4391	7790	5618
FR	0,09	0,15	0,10	0,16
$\Sigma FR$	0,50			
PR	0,19	0,30	0,19	0,32
LTI(detik)	28			
Cycle Time (det)	95			
Green Time (det)	12	20	13	21

**Tabel 5.21 Waktu Siklus Perencanaan I Simpang Wirobrajan**

Simpang Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	Jl. K. Piere Tendea	Jl. Wates	Jl. HOS Cokroaminoto
Q	788	654	1306	971
S	7384	5949	8201	5711
FR	0,11	0,11	0,16	0,17
$\sum$ FR	0,55			
PR	0,20	0,20	0,29	0,31
LTI(detik)	28			
Cycle Time (det)	95			
Green Time (det)	13	13	21	19

Sedangkan rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan I dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.22 Kinerja Simpang Perencanaan I**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	684	956	95	12	0,72	45	46
	Jl. Wahid Hasyim	762	1066	95	20	0,72	64	40
	Jl. RE Martadinata	764	1069	95	13	0,72	41	45
	Jl. Letjen Suprpto	896	1253	95	21	0,72	56	39
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	788	1017	95	13	0,77	67	47
	Jl. Kapten Piere Tendea	654	844	95	13	0,77	84	48
	Jl. Wates	1306	1686	95	21	0,77	61	41
	Jl. HOS Cokroaminoto	971	1253	95	19	0,77	84	41
Rata-rata						0,75	63	43

## 2. Perencanaan II

Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Wirobrajan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} c &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR) \\ &= (1,5 \times 28 + 5) / (1 - 0,55) \\ &= 104 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} gi &= (c - LTI) \times PR \\ &= (104 - 28) \times 0,20 \\ &= 14 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus baru untuk simpang Wirobrajan adalah 104 detik. Lalu waktu siklus untuk simpang Ngabean akan mengikuti waktu siklus baru tersebut.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan II dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.23 Kinerja Simpang Perencanaan II**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	684	990	104	14	0,69	48	48
	Jl. Wahid Hasyim	762	1103	104	23	0,69	69	42
	Jl. RE Martadinata	764	1106	104	15	0,69	44	47
	Jl. Letjen Suprpto	896	1298	104	24	0,69	60	41
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	788	1053	104	15	0,75	72	49
	Jl. Kapten Piere Tendean	654	874	104	15	0,75	90	50
	Jl. Wates	1306	1746	104	24	0,75	65	43
	Jl. HOS Cokroaminoto	971	1295	104	22	0,75	88	42
Rata-rata						0,72	67	45

### 3. Perencanaan III

Untuk perencanaan III, akan menggunakan waktu siklus rata – rata dari perencanaan I dan II. Perhitungan waktu siklus baru dan waktu hijau pendekat timur pada simpang Ngabean adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} c &= (\text{waktu siklus I} + \text{waktu siklus II}) / 2 \\ &= (95 + 104) / 2 \\ &= 100 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} gi &= (c - LTI) \times PR \\ &= (100 - 28) \times 0,19 \\ &= 13 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu siklus rata – rata yaitu 100 detik. Lalu waktu siklus tersebut akan digunakan pada kedua simpang.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan III dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.24 Kinerja Simpang Perencanaan III**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	684	977	100	13	0,70	47	47
	Jl. Wahid Hasyim	762	1089	100	22	0,70	67	41
	Jl. RE Martadinata	764	1092	100	14	0,70	42	46
	Jl. Letjen Suprpto	896	1281	100	23	0,70	58	40
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	788	1040	100	14	0,76	70	48
	Jl. Kapten Piere Tendean	654	862	100	14	0,76	87	49
	Jl. Wates	1306	1723	100	23	0,76	63	42
	Jl. HOS Cokroaminoto	971	1281	100	21	0,76	87	42
Rata-rata						0,73	65	45

#### 4. Perencanaan IV

Untuk perencanaan IV, akan menggunakan waktu siklus maksimum simpang bersinyal yang direkomendasikan oleh MKJI 1997. Waktu siklus yang layak untuk simpang 4 fase adalah 80 - 130 detik. Sehingga untuk perencanaan IV akan menggunakan waktu siklus 130 detik. Lalu waktu siklus tersebut akan digunakan pada kedua simpang.

Rekapitulasi perhitungan kinerja simpang menggunakan waktu siklus perencanaan IV dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.25 Kinerja Simpang Perencanaan IV**

Simpang	Pendekat	Q (smp)	C (smp)	CT (det)	GT (det)	DS	QL (m)	Delay (det)
Ngabean	Jl. Ahmad Dahlan	684	1065	130	19	0,64	58	57
	Jl. Wahid Hasyim	762	1187	130	31	0,64	83	49
	Jl. RE Martadinata	764	1190	130	20	0,64	53	56
	Jl. Letjen Suprpto	896	1395	130	32	0,64	73	48
Wirobrajan	Jl. RE Martadinata	788	1133	130	20	0,70	87	57
	Jl. Kapten Piere Tendean	654	940	130	22	0,70	109	57
	Jl. Wates	1306	1877	130	32	0,70	79	50
	Jl. HOS Cokroaminoto	971	1396	130	30	0,70	107	49
Rata-rata						0,67	82	53

#### 5.2.6 Penilaian Perencanaan Kinerja Terbaik untuk Hari Libur

Untuk menentukan perencanaan yang terbaik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Nilai pembobotan kinerja rata – rata untuk derajat kejenuhan (DS), panjang antrean (QL), dan tundaan (*delay*) akan dibuat berbeda. Bobot untuk derajat kejenuhan adalah 0,5. Bobot untuk panjang antrean akan dibuat lebih kecil yaitu 0,2. Sedangkan bobot untuk *delay* yaitu 0,3. Derajat kejenuhan memiliki

bobot yang paling besar karena merupakan parameter utama penentu kinerja suatu jalan.

2. Hasil penilaian merupakan jumlah dari ketiga jenis kinerja yang telah dikalikan dengan nilai pembobotan.
3. Perencanaan terbaik adalah perencanaan yang memiliki hasil penilaian paling kecil.

Setelah didapatkan hasil kinerja rata-rata pada setiap perencanaan, maka perhitungan penilaian dapat dilakukan. Rekapitulasi hasil perhitungan penilaian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.26 Pemilihan Perencanaan dengan Kinerja Terbaik**

Perencanaan	Nilai Pembobotan			Hasil Penilaian (DS x 0,5)+(QL x 0,2)+(Delay x 0,3)
	DS*	QL* (m)	Delay* (dtk)	
	0,5	0,2	0,3	
I	0,75	63	43	25,87**
II	0,72	67	45	27,26
III	0,73	65	44	26,56
IV	0,67	82	53	32,63
Eksisting	0,66	93	59	36,64

Keterangan:

\* = Nilai rata – rata

\*\* = Perencanaan yang dipilih

Berdasarkan tabel di atas, hasil yang terbaik adalah perencanaan I karena memiliki hasil penilaian yang paling kecil. Oleh karena itu, perencanaan I akan digunakan dalam perencanaan koordinasi antar sinyal untuk hari libur (*weekend*).

### 5.2.7 Koordinasi Antar Sinyal Untuk Hari Kerja

Perencanaan koordinasi pada penelitian ini menggunakan kecepatan rencana atau rata – rata yaitu 30 km/jam, dan waktu tempuh antar simpang yaitu 57 detik. Waktu tempuh tersebut digunakan sebagai waktu *offset* untuk menggambarkan

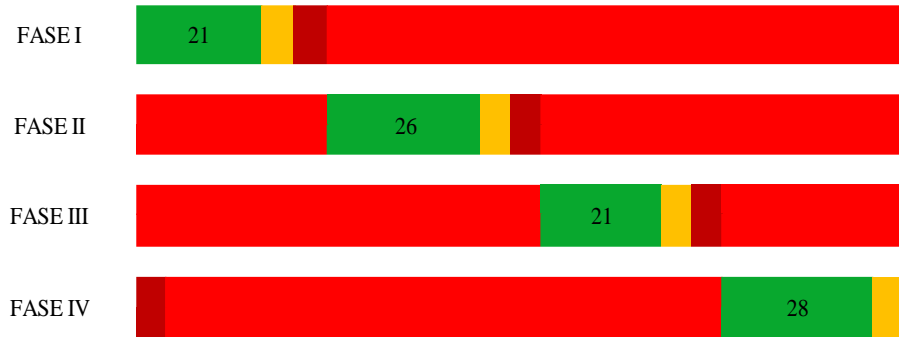
lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi sinyal. Setelah lintasan didapat, maka waktu hijau tiap simpangnya harus menyesuaikan lintasan berikutnya dengan menggeser secara horizontal. Pergerakan fase pada kedua simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5.27 Pergerakan Fase di Kedua Simpang**

Fase	Simpang Ngabean	Simpang Wirobrajan
1		
2		
3		
4		

Sedangkan untuk diagram fase pada kedua simpang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



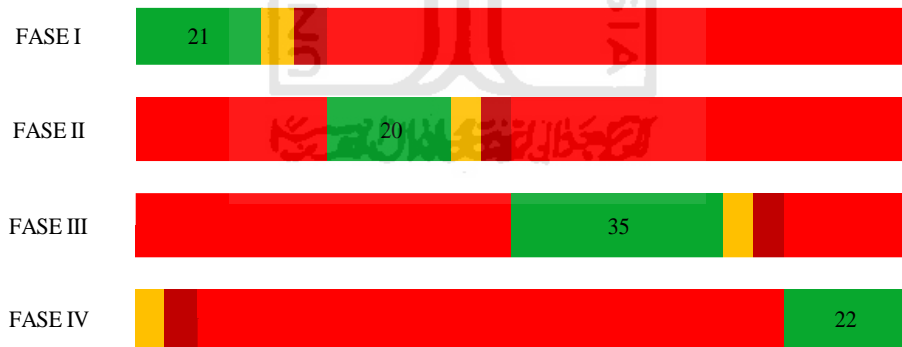


Waktu siklus 125 detik

Keterangan:

- █ : Sinyal merah (detik)
- █ : *Amber* (detik)
- █ : Sinyal hijau (detik)
- █ : *All Red* (detik)

**Gambar 5.6 Diagram Fase Simpang Ngabean untuk Hari Kerja**



Waktu siklus 125 detik

Keterangan:

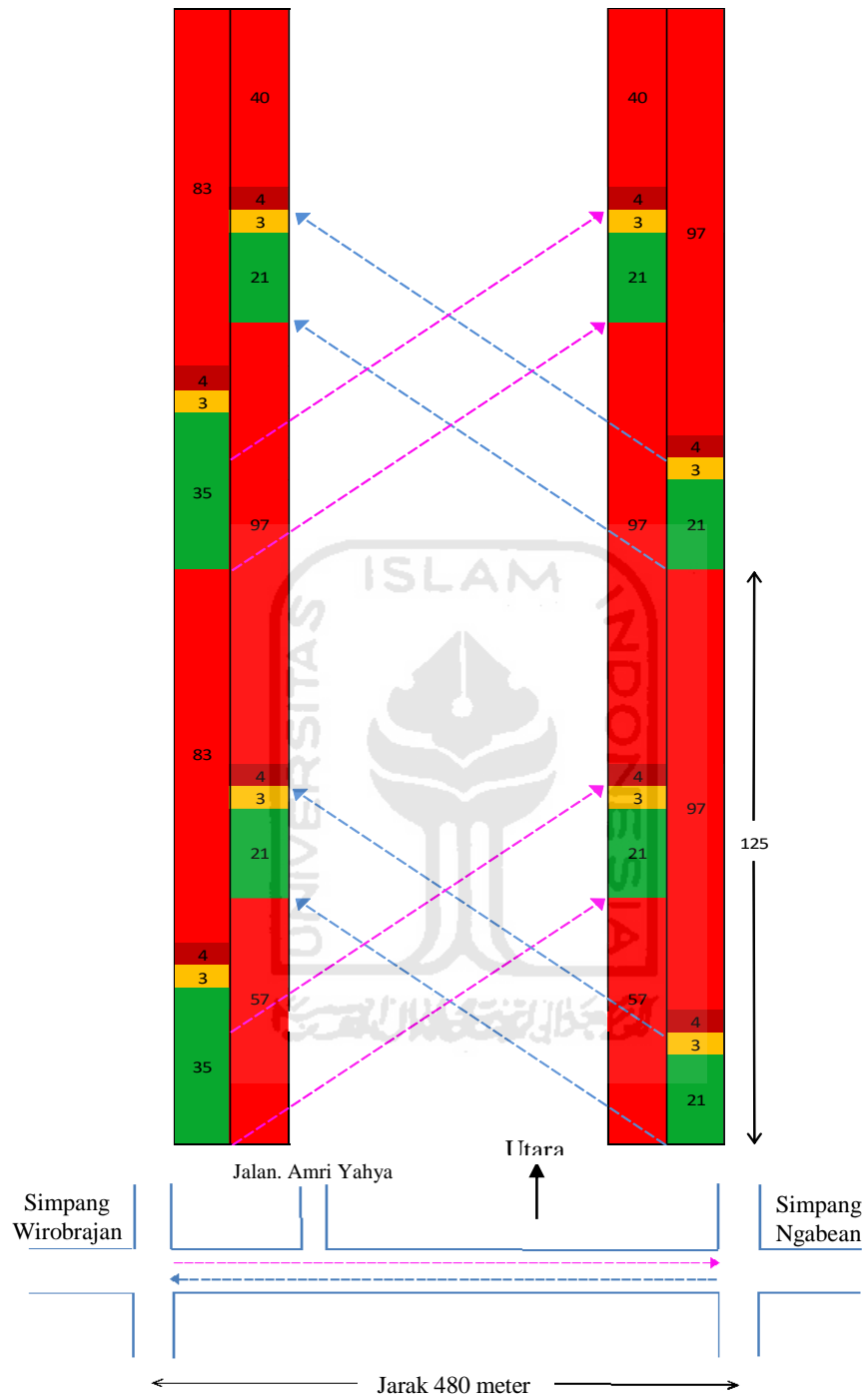
- █ : Sinyal merah (detik)
- █ : *Amber* (detik)
- █ : Sinyal hijau (detik)
- █ : *All Red* (detik)

**Gambar 5.7 Diagram Fase Simpang Wirobrajan untuk Hari Kerja**

*Bandwidth* adalah besar lintasan, dimana syarat *bandwidth* adalah tidak boleh menyentuh sinyal merah untuk mendapatkan arus yang tidak terputus. Jika dalam diagram terdapat lintasan yang mengenai sinyal merah, maka dilakukan pergeseran waktu siklus sampai menemukan posisi yang tepat (tidak terkena sinyal merah) atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat *bandwidth* dapat terpenuhi.

Diagram koordinasi sinyal untuk kondisi hari kerja (*weekday*) dengan waktu siklus baru sesuai perencanaan I dapat dilihat pada gambar di bawah ini.





Keterangan:

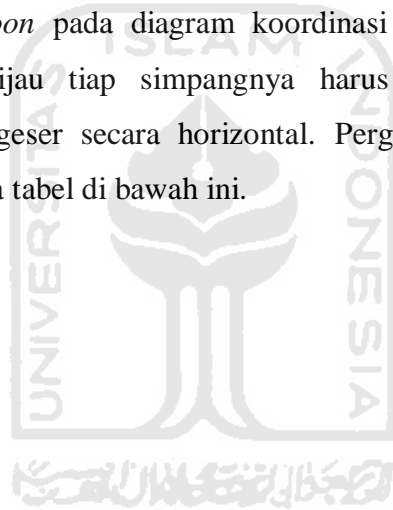
- - - - : bandwidth dari arah Timur ke Barat
- - - - : bandwidth dari arah Barat ke Timur

**Gambar 5.8 Diagram Aliran Koordinasi untuk Hari Kerja**

Diagram di atas menunjukkan bahwa simpang telah terkoordinasi. Waktu *offset* yang digunakan adalah sebesar 57 detik, sehingga didapat *bandwidth* dari arah timur maupun barat sebesar 24 detik. Koordinasi di atas digunakan untuk hari kerja (*weekday*).

### 5.2.8 Koordinasi Antar Sinyal Untuk Hari Libur

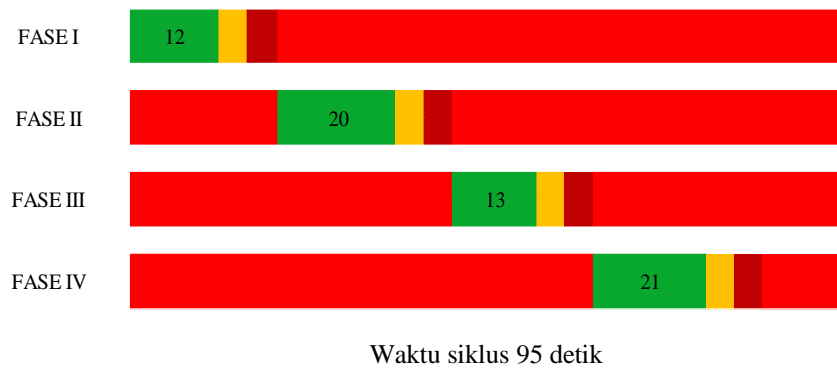
Perencanaan koordinasi pada penelitian ini menggunakan kecepatan rencana atau rata – rata yaitu 30 km/jam, dan waktu tempuh antar simpang yaitu 57 detik. Waktu tempuh tersebut digunakan sebagai waktu *offset* untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi sinyal. Setelah lintasan didapat, maka waktu hijau tiap simpangnya harus menyesuaikan lintasan berikutnya dengan menggeser secara horizontal. Pergerakan fase pada kedua simpang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



**Tabel 5.28 Pergerakan Fase di Kedua Simpang**

Fase	Simpang Ngabean	Simpang Wirobrajan
1		
2		
3		
4		

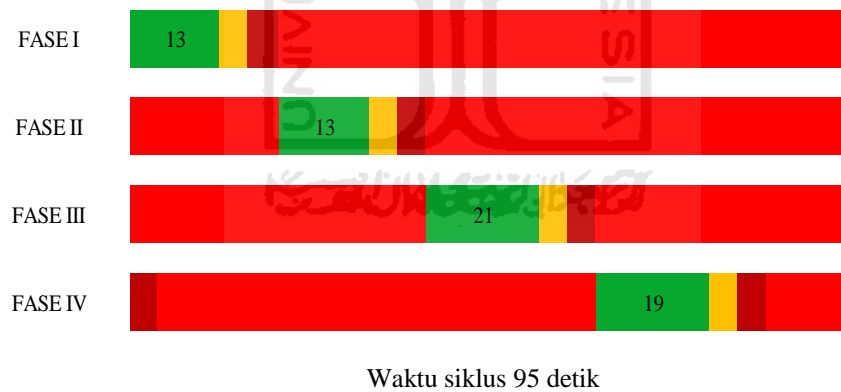
Sedangkan untuk diagram fase pada kedua simpang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Keterangan:

- : Sinyal merah (detik)
- : *Amber* (detik)
- : Sinyal hijau (detik)
- : *All Red* (detik)

**Gambar 5.9 Diagram Fase Simpang Ngabean untuk Hari Libur**



Keterangan:

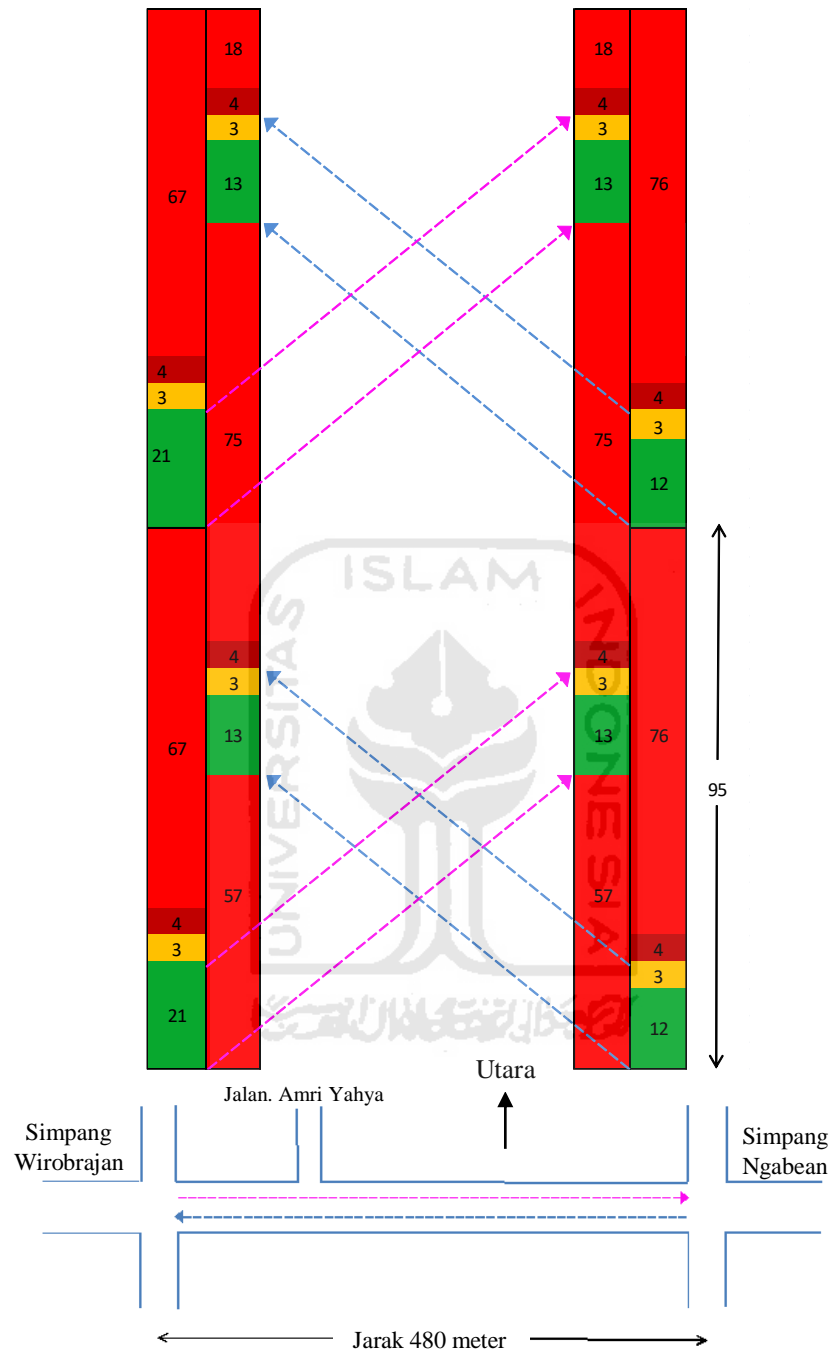
- : Sinyal merah (detik)
- : *Amber* (detik)
- : Sinyal hijau (detik)
- : *All Red* (detik)

**Gambar 5.10 Diagram Fase Simpang Wirobrajan untuk Hari Libur**

*Bandwidth* adalah besar lintasan, dimana syarat *bandwidth* adalah tidak boleh menyentuh sinyal merah untuk mendapatkan arus yang tidak terputus. Jika dalam diagram terdapat lintasan yang mengenai sinyal merah, maka dilakukan pergeseran waktu siklus sampai menemukan posisi yang tepat (tidak terkena sinyal merah) atau juga dengan memperkecil lintasan itu sendiri, sehingga syarat *bandwidth* dapat terpenuhi.

Diagram koordinasi sinyal untuk kondisi hari kerja (*weekday*) dengan waktu siklus baru sesuai perencanaan I dapat dilihat pada gambar di bawah ini.





Keterangan:

- : *bandwidth* dari arah Timur ke Barat
- : *bandwidth* dari arah Barat ke Timur

**Gambar 5.11 Diagram Aliran Koordinasi untuk Hari Libur**



Diagram di atas menunjukkan bahwa simpang telah terkoordinasi. Waktu *offset* yang digunakan adalah sebesar 57 detik, sehingga didapat *bandwidth* dari arah timur ke barat sebesar 15 detik, sedangkan dari arah barat ke timur sebesar 16 detik. Koordinasi di atas digunakan untuk hari libur (*weekend*).

Waktu siklus baru dan koordinasi di atas hanya akan bekerja optimal jika diterapkan sesuai kondisi masing - masing. Waktu siklus 125 detik akan optimal jika diterapkan pada hari kerja (*weekday*) karena volume kendaraan yang lebih tinggi. Jika waktu siklus tersebut diterapkan untuk hari libur, maka nilai tundaan akan mengalami peningkatan. Sedangkan waktu siklus 95 detik akan optimal jika diterapkan pada hari libur (*weekend*) karena volume kendaraan yang lebih rendah. Jika waktu siklus tersebut diterapkan pada hari kerja (*weekday*), maka panjang antrean akan mengalami peningkatan.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Terdapat beberapa kesimpulan yang didapatkan dari analisis dan perencanaan yang telah dilakukan, yaitu:

1. Pada kondisi eksisting di kedua simpang, didapatkan nilai rata – rata derajat jenuh dan tundaan. Pada hari Senin (*weekday*) derajat jenuh rata – rata sebesar 0,81 dan tundaan rata-rata sebesar 69 detik. Sedangkan pada hari Sabtu (*weekend*) derajat jenuh rata-rata sebesar 0,66 dan tundaan rata-rata sebesar 59 detik.
2. Setelah dilakukan perhitungan perencanaan, didapatkan waktu siklus baru terbaik untuk hari kerja (*weekday*) dan hari libur (*weekend*). Untuk hari kerja, didapatkan waktu siklus baru yaitu 125 detik. Sedangkan pada hari libur didapatkan waktu siklus baru yaitu 95 detik.
3. Dengan menggunakan waktu siklus baru tersebut, nilai derajat kejenuhan mengalami kenaikan, namun kinerja simpang menjadi sedikit lebih baik karena bisa mengurangi panjang antrean dan nilai tundaan rata – rata mengalami penurunan. Pada kondisi hari kerja tundaan rata-rata turun menjadi 59 detik dan pada kondisi hari libur tundaan rata - rata turun menjadi 43 detik.

#### **6.2 Saran**

Setelah mendapatkan beberapa kesimpulan, penulis ingin menyampaikan beberapa saran, yaitu:

1. Analisis tiap kondisi didapatkan rencana koordinasi yang telah diperhitungkan. Pada kondisi hari kerja dapat digunakan pengaturan waktu siklus 125 detik di kedua simpang. Sedangkan pada kondisi hari libur dapat digunakan pengaturan waktu siklus 95 detik di kedua simpang. Dengan waktu siklus baru dan

rancangan koordinasi di kedua simpang, kinerja kedua simpang tersebut akan menjadi sedikit lebih baik.

2. Pengaturan koordinasi pada Simpang Ngabean dan Simpang Wirobrajan dibuat dinamis.
3. Untuk volume puncak yang penulis tentukan, yaitu di jam 16.00 – 17.00 WIB, sebenarnya belum bisa menggambarkan bahwa di jam tersebut merupakan jam puncaknya. Hal ini karena penulis hanya melakukan survei volume kendaraan sampai jam 17.00 WIB. Sebaiknya dilakukan survei lagi setelah jam 17.00 WIB untuk mengetahui apakah volume kendaraan setelah jam 17.00 WIB lebih banyak atau tidak. Sehingga bisa diketahui secara pasti jam berapakah yang merupakan volume puncaknya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. *Highway Capacity Manual*. National Research Council. Washington D.C.
- Bayasut, E.Z.M.T. 2010. *Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Bina Karya. Jakarta.
- Hidayati. N. 2000. *Teknik Lalu Lintas I*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Hobbs. F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu-lintas*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Husna. B.N. 2016. Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan) Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Irawan. W.J. 2016 Analisis Dan Koordinasi Sinyal Antar Tiga Simpang Yang Berdekatan Pada Jalan Kusumanegara – Sultan Agung Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan) Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Khisty. C.J. dan B. Kent Lall. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Morlok. E. 1991. *Pengantar dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Munawar. A, 2012. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset, Yogyakarta
- Papacostas. C.S. 2005. *Transportation Engineering and Planning*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Shane. Mc.W.R dan Roess. R.P. 1990. *Traffic Engineering*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Sukri. S. 2013. Evaluasi Kinerja Dua Simpang yang Berdekatan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan) Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Zakiya, H. 2013. Analisis Simpang Koordinasi di Sepanjang Jalan Veteran. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan) Universitas Sebelas Maret. Surakarta.





# LAMPIRAN 1

## Data Volume Kendaraan

Tabel Lampiran 1.1 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN UTARA		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	36	10	0	46	745
	06.15 - 06.30	82	13	0	95	
	06.30 - 06.45	146	5	1	152	
	06.45 - 07.00	101	15	0	116	
	07.00 - 07.15	82	18	0	100	
	07.15 - 07.30	64	22	0	86	
	07.30 - 07.45	47	19	0	66	
	07.45 - 08.00	66	18	0	84	
	15.00 - 15.15	50	15	1	66	794
	15.15 - 15.30	52	17	0	69	
	15.30 - 15.45	99	17	0	116	
	15.45 - 16.00	87	13	0	100	
	16.00 - 16.15	109	14	0	123	
	16.15 - 16.30	88	16	0	104	
	16.30 - 16.45	83	20	2	105	
	16.45 - 17.00	97	14	0	111	
LURUS	06.00 - 06.15	89	23	0	112	2002
	06.15 - 06.30	137	14	2	153	
	06.30 - 06.45	190	25	0	215	
	06.45 - 07.00	256	20	2	278	
	07.00 - 07.15	301	33	0	334	
	07.15 - 07.30	277	30	1	308	
	07.30 - 07.45	249	59	3	311	
	07.45 - 08.00	256	34	1	291	
	15.00 - 15.15	198	33	0	231	3109
	15.15 - 15.30	216	37	1	254	
	15.30 - 15.45	223	40	1	264	
	15.45 - 16.00	404	46	0	450	
	16.00 - 16.15	439	52	0	491	
	16.15 - 16.30	481	55	1	537	
	16.30 - 16.45	407	45	3	455	
	16.45 - 17.00	380	45	2	427	
KANAN	06.00 - 06.15	96	6	1	103	1205
	06.15 - 06.30	98	7	1	106	
	06.30 - 06.45	185	15	0	200	
	06.45 - 07.00	199	13	0	212	
	07.00 - 07.15	194	14	0	208	
	07.15 - 07.30	114	13	0	127	
	07.30 - 07.45	121	20	0	141	
	07.45 - 08.00	92	16	0	108	
	15.00 - 15.15	142	12	0	154	1879
	15.15 - 15.30	151	12	1	164	
	15.30 - 15.45	158	13	1	172	
	15.45 - 16.00	230	26	0	256	
	16.00 - 16.15	287	27	0	314	
	16.15 - 16.30	277	34	0	311	
	16.30 - 16.45	251	19	0	270	
	16.45 - 17.00	221	17	0	238	

Tabel Lampiran 1.2 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN TIMUR		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	53	4	4	61	697
	06.15 - 06.30	65	4	4	73	
	06.30 - 06.45	134	11	4	149	
	06.45 - 07.00	136	17	4	157	
	07.00 - 07.15	83	7	4	94	
	07.15 - 07.30	38	9	5	52	
	07.30 - 07.45	47	7	4	58	
	07.45 - 08.00	43	5	5	53	
	15.00 - 15.15	76	17	3	96	663
	15.15 - 15.30	72	15	4	91	
	15.30 - 15.45	69	16	3	88	
	15.45 - 16.00	52	15	3	70	
	16.00 - 16.15	68	18	3	89	
	16.15 - 16.30	43	8	2	53	
	16.30 - 16.45	70	17	2	89	
	16.45 - 17.00	66	17	4	87	
LURUS	06.00 - 06.15	307	29	1	337	3541
	06.15 - 06.30	362	37	1	400	
	06.30 - 06.45	482	30	0	512	
	06.45 - 07.00	619	49	1	669	
	07.00 - 07.15	436	35	0	471	
	07.15 - 07.30	301	33	1	335	
	07.30 - 07.45	328	30	2	360	
	07.45 - 08.00	421	35	1	457	
	15.00 - 15.15	514	42	1	557	5271
	15.15 - 15.30	536	49	0	585	
	15.30 - 15.45	678	61	1	740	
	15.45 - 16.00	537	46	0	583	
	16.00 - 16.15	732	68	0	800	
	16.15 - 16.30	702	59	2	763	
	16.30 - 16.45	531	58	1	590	
	16.45 - 17.00	610	43	0	653	
KANAN	06.00 - 06.15	61	4	1	66	727
	06.15 - 06.30	69	5	1	75	
	06.30 - 06.45	109	10	0	119	
	06.45 - 07.00	105	6	0	111	
	07.00 - 07.15	98	5	0	103	
	07.15 - 07.30	86	8	0	94	
	07.30 - 07.45	75	12	0	87	
	07.45 - 08.00	65	7	0	72	
	15.00 - 15.15	41	5	0	46	648
	15.15 - 15.30	56	11	1	68	
	15.30 - 15.45	79	10	1	90	
	15.45 - 16.00	96	10	0	106	
	16.00 - 16.15	96	14	0	110	
	16.15 - 16.30	56	8	0	64	
	16.30 - 16.45	80	7	0	87	
	16.45 - 17.00	69	8	0	77	



Tabel Lampiran 1.3 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN SELATAN		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	55	7	1	63	605
	06.15 - 06.30	54	8	2	64	
	06.30 - 06.45	77	12	2	91	
	06.45 - 07.00	94	11	1	106	
	07.00 - 07.15	51	12	1	64	
	07.15 - 07.30	66	4	1	71	
	07.30 - 07.45	61	10	0	71	
	07.45 - 08.00	64	9	2	75	926
	15.00 - 15.15	98	11	2	111	
	15.15 - 15.30	84	12	0	96	
	15.30 - 15.45	112	18	1	131	
	15.45 - 16.00	91	13	0	104	
	16.00 - 16.15	116	7	1	124	
	16.15 - 16.30	134	12	1	147	
16.30 - 16.45	89	21	2	112	3503	
16.45 - 17.00	87	13	1	101		
06.00 - 06.15	322	35	1	358		
06.15 - 06.30	339	37	1	377		
06.30 - 06.45	481	42	4	527		
06.45 - 07.00	462	40	1	503		
07.00 - 07.15	449	39	3	491		
07.15 - 07.30	346	37	1	384		
07.30 - 07.45	377	36	1	414		
07.45 - 08.00	404	42	3	449		1723
15.00 - 15.15	142	26	3	171		
15.15 - 15.30	178	38	1	217		
15.30 - 15.45	177	44	3	224		
15.45 - 16.00	172	40	1	213		
16.00 - 16.15	213	32	2	247		
16.15 - 16.30	199	36	3	238		
16.30 - 16.45	160	33	3	196	1162	
16.45 - 17.00	176	38	3	217		
06.00 - 06.15	126	34	2	162		
06.15 - 06.30	112	40	5	157		
06.30 - 06.45	196	12	1	209		
06.45 - 07.00	224	16	3	243		
07.00 - 07.15	96	11	4	111		
07.15 - 07.30	66	6	2	74		
07.30 - 07.45	79	12	3	94		
07.45 - 08.00	91	19	2	112		832
15.00 - 15.15	96	30	2	128		
15.15 - 15.30	82	36	1	119		
15.30 - 15.45	88	37	2	127		
15.45 - 16.00	90	16	4	110		
16.00 - 16.15	72	22	3	97		
16.15 - 16.30	60	12	4	76		
16.30 - 16.45	68	24	3	95	80	
16.45 - 17.00	61	17	2	80		

Tabel Lampiran 1.4 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN BARAT		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	198	21	0	219	1347
	06.15 - 06.30	237	13	1	251	
	06.30 - 06.45	224	18	0	242	
	06.45 - 07.00	187	10	0	197	
	07.00 - 07.15	114	11	2	127	
	07.15 - 07.30	97	6	0	103	
	07.30 - 07.45	99	10	0	109	
	07.45 - 08.00	90	8	1	99	
	15.00 - 15.15	86	8	0	94	779
	15.15 - 15.30	94	10	0	104	
	15.30 - 15.45	97	13	0	110	
	15.45 - 16.00	84	9	0	93	
	16.00 - 16.15	94	19	2	115	
	16.15 - 16.30	71	10	0	81	
	16.30 - 16.45	83	12	0	95	
	16.45 - 17.00	78	9	0	87	
LURUS	06.00 - 06.15	819	45	0	864	4919
	06.15 - 06.30	554	61	2	617	
	06.30 - 06.45	639	49	0	688	
	06.45 - 07.00	608	51	0	659	
	07.00 - 07.15	516	77	1	594	
	07.15 - 07.30	542	59	0	601	
	07.30 - 07.45	450	36	0	486	
	07.45 - 08.00	365	45	0	410	
	15.00 - 15.15	337	70	1	408	3881
	15.15 - 15.30	346	78	2	426	
	15.30 - 15.45	382	136	3	521	
	15.45 - 16.00	374	43	4	421	
	16.00 - 16.15	436	52	3	491	
	16.15 - 16.30	468	47	5	520	
	16.30 - 16.45	495	58	1	554	
	16.45 - 17.00	476	64	0	540	
KANAN	06.00 - 06.15	79	8	1	88	953
	06.15 - 06.30	88	10	0	98	
	06.30 - 06.45	78	15	0	93	
	06.45 - 07.00	128	7	1	136	
	07.00 - 07.15	143	1	0	144	
	07.15 - 07.30	122	10	0	132	
	07.30 - 07.45	101	9	0	110	
	07.45 - 08.00	143	9	0	152	
	15.00 - 15.15	130	11	0	141	1182
	15.15 - 15.30	127	10	2	139	
	15.30 - 15.45	135	11	1	147	
	15.45 - 16.00	130	16	0	146	
	16.00 - 16.15	142	14	0	156	
	16.15 - 16.30	138	14	0	152	
	16.30 - 16.45	126	18	0	144	
	16.45 - 17.00	134	22	1	157	

Tabel Lampiran 1.5 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN UTARA		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	211	13	1	225	1872
	06.15 - 06.30	248	20	1	269	
	06.30 - 06.45	289	18	0	307	
	06.45 - 07.00	252	19	0	271	
	07.00 - 07.15	228	22	0	250	
	07.15 - 07.30	136	10	1	147	
	07.30 - 07.45	165	14	0	179	
	07.45 - 08.00	209	15	0	224	769
	15.00 - 15.15	90	16	1	107	
	15.15 - 15.30	109	14	0	123	
	15.30 - 15.45	102	13	1	116	
	15.45 - 16.00	94	16	0	110	
	16.00 - 16.15	53	13	0	66	
	16.15 - 16.30	54	11	0	65	
16.30 - 16.45	80	3	0	83	1933	
16.45 - 17.00	85	13	1	99		
06.00 - 06.15	137	5	1	143		
06.15 - 06.30	186	17	1	204		
06.30 - 06.45	369	31	6	406		
06.45 - 07.00	276	28	1	305		
07.00 - 07.15	208	27	4	239		
07.15 - 07.30	162	28	5	195	2529	
07.30 - 07.45	177	34	3	214		
07.45 - 08.00	192	32	3	227		
15.00 - 15.15	194	32	4	230		
15.15 - 15.30	224	46	6	276		
15.30 - 15.45	334	55	7	396		
15.45 - 16.00	258	43	3	304		
16.00 - 16.15	282	36	4	322	1256	
16.15 - 16.30	291	34	11	336		
16.30 - 16.45	302	25	0	327		
16.45 - 17.00	297	41	0	338		
06.00 - 06.15	75	10	0	85		
06.15 - 06.30	95	14	0	109		
06.30 - 06.45	165	41	4	210		
06.45 - 07.00	156	26	2	184		
07.00 - 07.15	126	28	0	154	1985	
07.15 - 07.30	145	30	0	175		
07.30 - 07.45	131	33	1	165		
07.45 - 08.00	136	36	2	174		
15.00 - 15.15	168	34	2	204		
15.15 - 15.30	215	38	7	260		
15.30 - 15.45	268	49	6	323		
15.45 - 16.00	221	26	3	250	1985	
16.00 - 16.15	170	42	4	216		
16.15 - 16.30	181	37	0	218		
16.30 - 16.45	208	33	3	244		
16.45 - 17.00	192	76	2	270		

Tabel Lampiran 1.6 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN TIMUR		Tanggal : 08 Oktober 2018					
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL	
		MC	LV	HV			
KIRI	06.00 - 06.15	56	8	0	64	1146	
	06.15 - 06.30	114	7	0	121		
	06.30 - 06.45	150	7	0	157		
	06.45 - 07.00	217	16	0	233		
	07.00 - 07.15	179	10	1	190		
	07.15 - 07.30	98	5	0	103		
	07.30 - 07.45	116	12	0	128	1861	
	07.45 - 08.00	139	11	0	150		
	15.00 - 15.15	103	5	0	108		
	15.15 - 15.30	125	8	0	133		
	15.30 - 15.45	181	16	0	197		
	15.45 - 16.00	244	23	0	267		
	16.00 - 16.15	262	27	0	289		
	16.15 - 16.30	298	32	1	331		
	16.30 - 16.45	245	26	0	271	4376	
	16.45 - 17.00	232	33	0	265		
LURUS	06.00 - 06.15	147	12	0	159		2295
	06.15 - 06.30	193	17	1	211		
	06.30 - 06.45	230	16	0	246		
	06.45 - 07.00	327	30	0	357		
	07.00 - 07.15	393	40	1	434		
	07.15 - 07.30	242	33	1	276		
	07.30 - 07.45	222	35	0	257		4376
	07.45 - 08.00	314	41	0	355		
	15.00 - 15.15	445	47	1	493		
	15.15 - 15.30	452	52	0	504		
	15.30 - 15.45	471	53	1	525		
	15.45 - 16.00	488	62	0	550		
16.00 - 16.15	526	58	0	584	859		
16.15 - 16.30	576	49	0	625			
16.30 - 16.45	538	66	1	605			
16.45 - 17.00	429	61	0	490			
KANAN	06.00 - 06.15	77	7	1		85	859
	06.15 - 06.30	81	7	1		89	
	06.30 - 06.45	89	8	0	97		
	06.45 - 07.00	157	24	3	184		
	07.00 - 07.15	102	17	0	119		
	07.15 - 07.30	73	19	0	92		
	07.30 - 07.45	83	11	3	97	671	
	07.45 - 08.00	89	7	0	96		
	15.00 - 15.15	66	8	1	75		
	15.15 - 15.30	69	9	0	78		
	15.30 - 15.45	75	11	1	87		
	15.45 - 16.00	77	7	2	86		
	16.00 - 16.15	65	6	1	72		
	16.15 - 16.30	93	4	1	98		
16.30 - 16.45	63	10	2	75	671		
16.45 - 17.00	85	14	1	100			

Tabel Lampiran 1.7 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN SELATAN		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	51	8	1	60	884
	06.15 - 06.30	82	12	1	95	
	06.30 - 06.45	111	14	1	126	
	06.45 - 07.00	100	11	2	113	
	07.00 - 07.15	117	7	1	125	
	07.15 - 07.30	86	8	2	96	
	07.30 - 07.45	102	11	8	121	
	07.45 - 08.00	133	15	0	148	1884
	15.00 - 15.15	185	27	2	214	
	15.15 - 15.30	175	16	4	195	
	15.30 - 15.45	239	35	1	275	
	15.45 - 16.00	225	18	0	243	
	16.00 - 16.15	197	21	0	218	
	16.15 - 16.30	258	25	0	283	
16.30 - 16.45	208	23	1	232	3385	
16.45 - 17.00	191	31	2	224		
06.00 - 06.15	300	24	1	325		
06.15 - 06.30	334	27	4	365		
06.30 - 06.45	453	43	0	496		
06.45 - 07.00	518	37	1	556		
07.00 - 07.15	308	47	3	358		
07.15 - 07.30	330	42	2	374		
07.30 - 07.45	481	46	3	530		
07.45 - 08.00	344	36	1	381		2573
15.00 - 15.15	192	36	1	229		
15.15 - 15.30	210	40	0	250		
15.30 - 15.45	306	54	0	360		
15.45 - 16.00	270	50	1	321		
16.00 - 16.15	364	53	0	417		
16.15 - 16.30	331	39	1	371		
16.30 - 16.45	259	30	0	289	884	
16.45 - 17.00	247	88	1	336		
06.00 - 06.15	61	7	1	69		
06.15 - 06.30	108	12	0	120		
06.30 - 06.45	153	9	0	162		
06.45 - 07.00	128	6	1	135		
07.00 - 07.15	97	3	0	100		
07.15 - 07.30	97	5	0	102		
07.30 - 07.45	78	9	0	87		
07.45 - 08.00	97	11	1	109		950
15.00 - 15.15	94	9	1	104		
15.15 - 15.30	125	11	0	136		
15.30 - 15.45	139	16	0	155		
15.45 - 16.00	108	10	0	118		
16.00 - 16.15	91	20	0	111		
16.15 - 16.30	114	7	1	122		
16.30 - 16.45	101	5	0	106	98	
16.45 - 17.00	87	10	1	98		

Tabel Lampiran 1.8 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN BARAT		Tanggal : 08 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	509	47	0	556	5407
	06.15 - 06.30	621	51	1	673	
	06.30 - 06.45	663	55	0	718	
	06.45 - 07.00	675	59	0	734	
	07.00 - 07.15	645	65	0	710	
	07.15 - 07.30	730	66	1	797	
	07.30 - 07.45	538	64	0	602	
	07.45 - 08.00	567	50	0	617	2678
	15.00 - 15.15	254	44	0	298	
	15.15 - 15.30	273	43	1	317	
	15.30 - 15.45	291	50	1	342	
	15.45 - 16.00	302	57	1	360	
	16.00 - 16.15	295	58	0	353	
	16.15 - 16.30	316	51	0	367	
16.30 - 16.45	259	45	0	304	8922	
16.45 - 17.00	279	58	0	337		
06.00 - 06.15	952	44	0	996		
06.15 - 06.30	991	42	1	1034		
06.30 - 06.45	1056	51	0	1107		
06.45 - 07.00	1125	40	0	1165		
07.00 - 07.15	1303	62	1	1366		
07.15 - 07.30	1033	45	1	1079		
07.30 - 07.45	990	39	0	1029		
07.45 - 08.00	1087	59	0	1146		
15.00 - 15.15	422	43	1	466		3773
15.15 - 15.30	450	58	0	508		
15.30 - 15.45	435	52	0	487		
15.45 - 16.00	354	44	1	399		
16.00 - 16.15	450	41	2	493		
16.15 - 16.30	372	45	0	417		
16.30 - 16.45	417	48	0	465		
16.45 - 17.00	483	55	0	538	975	
06.00 - 06.15	99	8	1	108		
06.15 - 06.30	123	8	1	132		
06.30 - 06.45	127	12	0	139		
06.45 - 07.00	137	9	0	146		
07.00 - 07.15	121	9	1	131		
07.15 - 07.30	98	14	3	115		
07.30 - 07.45	75	14	1	90		
07.45 - 08.00	107	7	0	114		1040
15.00 - 15.15	85	10	0	95		
15.15 - 15.30	99	12	1	112		
15.30 - 15.45	103	17	0	120		
15.45 - 16.00	131	28	0	159		
16.00 - 16.15	123	24	0	147		
16.15 - 16.30	132	26	1	159		
16.30 - 16.45	126	13	1	140	108	
16.45 - 17.00	90	18	0	108		

Tabel Lampiran 1.9 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN UTARA		Tanggal : 06 Oktober 2018					
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL	
		MC	LV	HV			
KIRI	06.00 - 06.15	42	8	1	51	489	
	06.15 - 06.30	48	12	0	60		
	06.30 - 06.45	54	14	0	68		
	06.45 - 07.00	45	6	0	51		
	07.00 - 07.15	32	14	0	46		
	07.15 - 07.30	39	20	0	59		
	07.30 - 07.45	59	8	0	67		
	07.45 - 08.00	70	17	0	87	761	
	15.00 - 15.15	61	19	0	80		
	15.15 - 15.30	66	22	0	88		
	15.30 - 15.45	72	26	0	98		
	15.45 - 16.00	97	20	0	117		
	16.00 - 16.15	99	20	0	119		
	16.15 - 16.30	81	16	0	97		
16.30 - 16.45	76	24	0	100	1411		
16.45 - 17.00	39	23	0	62			
LURUS	06.00 - 06.15	109	12	1		122	
	06.15 - 06.30	112	19	2		133	
	06.30 - 06.45	136	17	2		155	
	06.45 - 07.00	141	14	1		156	
	07.00 - 07.15	159	16	2		177	
	07.15 - 07.30	162	31	1		194	
	07.30 - 07.45	183	28	0		211	
	07.45 - 08.00	228	33	2		263	3098
	15.00 - 15.15	291	43	1		335	
	15.15 - 15.30	318	49	2		369	
	15.30 - 15.45	339	55	2		396	
	15.45 - 16.00	343	65	6		414	
	16.00 - 16.15	389	50	3	442		
	16.15 - 16.30	372	64	3	439		
16.30 - 16.45	364	30	6	400	635		
16.45 - 17.00	244	55	4	303			
KANAN	06.00 - 06.15	48	4	1		53	
	06.15 - 06.30	52	5	0		57	
	06.30 - 06.45	51	9	0		60	
	06.45 - 07.00	85	9	0		94	
	07.00 - 07.15	78	7	0		85	
	07.15 - 07.30	80	16	0		96	
	07.30 - 07.45	87	12	1		100	
	07.45 - 08.00	79	11	0		90	1437
	15.00 - 15.15	144	11	1		156	
	15.15 - 15.30	147	15	0		162	
	15.30 - 15.45	153	13	0		166	
	15.45 - 16.00	165	27	0		192	
	16.00 - 16.15	178	15	0	193		
	16.15 - 16.30	180	20	0	200		
16.30 - 16.45	188	16	0	204	1437		
16.45 - 17.00	148	15	1	164			

**Tabel Lampiran 1.10** Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN TIMUR		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	19	3	7	29	361
	06.15 - 06.30	21	5	7	33	
	06.30 - 06.45	39	7	6	52	
	06.45 - 07.00	49	5	7	61	
	07.00 - 07.15	36	8	5	49	
	07.15 - 07.30	35	9	6	50	
	07.30 - 07.45	33	8	3	44	
	07.45 - 08.00	32	7	4	43	517
	15.00 - 15.15	28	9	1	38	
	15.15 - 15.30	58	13	2	73	
	15.30 - 15.45	47	9	0	56	
	15.45 - 16.00	36	15	1	52	
	16.00 - 16.15	41	11	1	53	
	16.15 - 16.30	66	13	0	79	
16.30 - 16.45	68	17	1	86	2249	
16.45 - 17.00	58	20	2	80		
06.00 - 06.15	111	11	0	122		
06.15 - 06.30	147	28	1	176		
06.30 - 06.45	227	34	0	261		
06.45 - 07.00	286	27	0	313		
07.00 - 07.15	272	39	2	313		
07.15 - 07.30	249	44	2	295		
07.30 - 07.45	349	41	0	390		
07.45 - 08.00	345	31	3	379		
15.00 - 15.15	303	42	5	350		
15.15 - 15.30	305	39	0	344		
15.30 - 15.45	356	25	4	385		
15.45 - 16.00	255	38	4	297		
16.00 - 16.15	439	36	7	482		
16.15 - 16.30	317	31	2	350		
16.30 - 16.45	419	38	0	457		
16.45 - 17.00	416	48	1	465	409	
06.00 - 06.15	25	3	1	29		
06.15 - 06.30	22	2	0	24		
06.30 - 06.45	56	2	0	58		
06.45 - 07.00	38	4	0	42		
07.00 - 07.15	49	6	0	55		
07.15 - 07.30	42	8	1	51		
07.30 - 07.45	68	9	3	80		
07.45 - 08.00	63	7	0	70		
15.00 - 15.15	54	7	1	62		
15.15 - 15.30	6	11	1	18		
15.30 - 15.45	85	6	1	92		
15.45 - 16.00	51	5	2	58		
16.00 - 16.15	75	3	2	80		
16.15 - 16.30	64	10	3	77		
16.30 - 16.45	56	5	0	61		
16.45 - 17.00	70	6	3	79	527	



Tabel Lampiran 1.11 Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN SELATAN		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	30	2	1	33	417
	06.15 - 06.30	33	3	1	37	
	06.30 - 06.45	39	7	2	48	
	06.45 - 07.00	57	6	4	67	
	07.00 - 07.15	53	4	1	58	
	07.15 - 07.30	51	8	2	61	
	07.30 - 07.45	49	12	0	61	
	07.45 - 08.00	45	6	1	52	672
	15.00 - 15.15	56	10	1	67	
	15.15 - 15.30	58	13	1	72	
	15.30 - 15.45	79	14	1	94	
	15.45 - 16.00	56	12	0	68	
	16.00 - 16.15	62	5	1	68	
	16.15 - 16.30	67	8	2	77	
16.30 - 16.45	95	7	2	104	1986	
16.45 - 17.00	83	37	2	122		
06.00 - 06.15	68	25	7	100		
06.15 - 06.30	79	32	9	120		
06.30 - 06.45	181	26	3	210		
06.45 - 07.00	237	23	1	261		
07.00 - 07.15	286	27	3	316		
07.15 - 07.30	223	22	3	248		
07.30 - 07.45	374	27	5	406		
07.45 - 08.00	294	29	2	325		
15.00 - 15.15	127	30	2	159		1895
15.15 - 15.30	134	34	3	171		
15.30 - 15.45	178	41	4	223		
15.45 - 16.00	193	40	5	238		
16.00 - 16.15	232	72	3	307		
16.15 - 16.30	223	53	3	279		
16.30 - 16.45	220	57	6	283		
16.45 - 17.00	189	44	2	235	598	
06.00 - 06.15	34	5	2	41		
06.15 - 06.30	38	8	2	48		
06.30 - 06.45	101	10	5	116		
06.45 - 07.00	60	8	3	71		
07.00 - 07.15	44	9	3	56		
07.15 - 07.30	60	17	3	80		
07.30 - 07.45	69	20	2	91		
07.45 - 08.00	75	18	2	95		766
15.00 - 15.15	58	10	2	70		
15.15 - 15.30	62	13	2	77		
15.30 - 15.45	58	19	6	83		
15.45 - 16.00	52	17	2	71		
16.00 - 16.15	69	28	3	100		
16.15 - 16.30	79	33	5	117		
16.30 - 16.45	78	44	2	124	766	
16.45 - 17.00	88	32	4	124		

**Tabel Lampiran 1.12** Data Volume Kendaraan di Simpang Ngabean

LENGAN BARAT		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	82	3	0	85	844
	06.15 - 06.30	99	2	1	102	
	06.30 - 06.45	102	12	0	114	
	06.45 - 07.00	79	6	0	85	
	07.00 - 07.15	90	5	1	96	
	07.15 - 07.30	94	19	0	113	
	07.30 - 07.45	111	9	1	121	
	07.45 - 08.00	122	5	1	128	534
	15.00 - 15.15	52	6	1	59	
	15.15 - 15.30	55	13	0	68	
	15.30 - 15.45	57	20	0	77	
	15.45 - 16.00	59	10	2	71	
	16.00 - 16.15	60	8	1	69	
	16.15 - 16.30	57	13	0	70	
16.30 - 16.45	51	5	0	56	3081	
16.45 - 17.00	53	11	0	64		
LURUS	06.00 - 06.15	189	30	3		222
	06.15 - 06.30	285	53	4		342
	06.30 - 06.45	374	39	1		414
	06.45 - 07.00	367	43	2		412
	07.00 - 07.15	325	34	1		360
	07.15 - 07.30	464	46	3		513
	07.30 - 07.45	530	51	3		584
	07.45 - 08.00	183	49	2		234
	15.00 - 15.15	283	63	2		348
	15.15 - 15.30	250	56	1		307
	15.30 - 15.45	230	44	3		277
	15.45 - 16.00	284	62	3		349
	16.00 - 16.15	278	68	3	349	
	16.15 - 16.30	357	65	3	425	
16.30 - 16.45	350	73	2	425		
16.45 - 17.00	289	50	6	345	2825	
KANAN	06.00 - 06.15	47	2	0		49
	06.15 - 06.30	95	9	0		104
	06.30 - 06.45	113	12	1		126
	06.45 - 07.00	105	21	0		126
	07.00 - 07.15	69	6	0		75
	07.15 - 07.30	83	6	2		91
	07.30 - 07.45	128	5	0		133
	07.45 - 08.00	122	4	0		126
	15.00 - 15.15	110	13	0		123
	15.15 - 15.30	118	15	4		137
	15.30 - 15.45	134	20	0		154
	15.45 - 16.00	104	17	1		122
	16.00 - 16.15	134	13	0		147
	16.15 - 16.30	130	16	0	146	
16.30 - 16.45	112	11	1	124		
16.45 - 17.00	90	16	2	108		

Tabel Lampiran 1.13 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN UTARA		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	77	6	2	85	1117
	06.15 - 06.30	95	14	0	109	
	06.30 - 06.45	158	14	0	172	
	06.45 - 07.00	140	9	1	150	
	07.00 - 07.15	105	15	0	120	
	07.15 - 07.30	116	16	0	132	
	07.30 - 07.45	165	13	1	179	
	07.45 - 08.00	161	9	0	170	893
	15.00 - 15.15	90	14	1	105	
	15.15 - 15.30	101	16	2	119	
	15.30 - 15.45	103	20	0	123	
	15.45 - 16.00	92	17	1	110	
	16.00 - 16.15	97	22	0	119	
	16.15 - 16.30	97	20	0	117	
16.30 - 16.45	81	11	2	94	1127	
16.45 - 17.00	84	22	0	106		
06.00 - 06.15	101	18	0	119		
06.15 - 06.30	84	16	1	101		
06.30 - 06.45	121	11	0	132		
06.45 - 07.00	123	15	1	139		
07.00 - 07.15	107	16	0	123		
07.15 - 07.30	118	23	0	141		
07.30 - 07.45	188	32	0	220		
07.45 - 08.00	126	25	1	152		2339
15.00 - 15.15	202	38	0	240		
15.15 - 15.30	227	44	3	274		
15.30 - 15.45	233	48	5	286		
15.45 - 16.00	176	54	4	234		
16.00 - 16.15	236	51	3	290		
16.15 - 16.30	276	59	1	336		
16.30 - 16.45	289	67	2	358	1203	
16.45 - 17.00	253	65	3	321		
06.00 - 06.15	92	28	1	121		
06.15 - 06.30	109	32	0	141		
06.30 - 06.45	93	27	0	120		
06.45 - 07.00	123	26	0	149		
07.00 - 07.15	123	30	1	154		
07.15 - 07.30	136	36	1	173		
07.30 - 07.45	143	31	0	174		
07.45 - 08.00	141	29	1	171		2070
15.00 - 15.15	215	42	1	258		
15.15 - 15.30	229	56	3	288		
15.30 - 15.45	224	40	2	266		
15.45 - 16.00	219	51	1	271		
16.00 - 16.15	221	44	1	266		
16.15 - 16.30	194	59	0	253		
16.30 - 16.45	199	45	1	245	223	
16.45 - 17.00	174	49	0	223		

Tabel Lampiran 1.14 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN TIMUR		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	44	6	0	50	807
	06.15 - 06.30	63	11	0	74	
	06.30 - 06.45	139	16	0	155	
	06.45 - 07.00	95	11	0	106	
	07.00 - 07.15	66	9	1	76	
	07.15 - 07.30	102	5	0	107	
	07.30 - 07.45	101	4	0	105	
	07.45 - 08.00	126	7	1	134	1537
	15.00 - 15.15	158	10	0	168	
	15.15 - 15.30	171	15	0	186	
	15.30 - 15.45	179	11	1	191	
	15.45 - 16.00	168	21	1	190	
	16.00 - 16.15	192	15	0	207	
	16.15 - 16.30	180	23	0	203	
16.30 - 16.45	176	14	0	190	2328	
16.45 - 17.00	184	18	0	202		
06.00 - 06.15	154	23	0	177		
06.15 - 06.30	169	59	0	228		
06.30 - 06.45	164	87	0	251		
06.45 - 07.00	273	33	0	306		
07.00 - 07.15	253	27	3	283		
07.15 - 07.30	302	44	0	346		
07.30 - 07.45	316	44	3	363		
07.45 - 08.00	343	30	1	374		
15.00 - 15.15	334	42	1	377		
15.15 - 15.30	299	43	0	342		
15.30 - 15.45	329	39	3	371		
15.45 - 16.00	281	43	3	327		
16.00 - 16.15	414	35	5	454		
16.15 - 16.30	317	23	3	343		
16.30 - 16.45	513	48	0	561		
16.45 - 17.00	432	41	2	475	3250	
06.00 - 06.15	36	5	2	43		
06.15 - 06.30	36	5	2	43		
06.30 - 06.45	34	4	2	40		
06.45 - 07.00	64	11	3	78		
07.00 - 07.15	55	8	2	65		
07.15 - 07.30	60	18	1	79		
07.30 - 07.45	64	16	1	81		
07.45 - 08.00	91	13	2	106		
15.00 - 15.15	69	9	0	78		
15.15 - 15.30	66	12	1	79		
15.30 - 15.45	48	6	1	55		
15.45 - 16.00	37	15	0	52		
16.00 - 16.15	43	7	0	50		
16.15 - 16.30	51	10	3	64		
16.30 - 16.45	54	6	1	61		
16.45 - 17.00	52	6	2	60		

Tabel Lampiran 1.15 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN SELATAN		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	33	3	1	37	754
	06.15 - 06.30	44	3	2	49	
	06.30 - 06.45	57	3	1	61	
	06.45 - 07.00	71	2	1	74	
	07.00 - 07.15	59	11	2	72	
	07.15 - 07.30	123	16	3	142	
	07.30 - 07.45	126	19	6	151	
	07.45 - 08.00	150	16	2	168	1263
	15.00 - 15.15	135	25	4	164	
	15.15 - 15.30	143	23	2	168	
	15.30 - 15.45	145	23	7	175	
	15.45 - 16.00	149	19	1	169	
	16.00 - 16.15	137	18	1	156	
	16.15 - 16.30	138	26	0	164	
16.30 - 16.45	117	24	0	141	1141	
16.45 - 17.00	105	19	2	126		
06.00 - 06.15	72	9	1	82		
06.15 - 06.30	93	13	1	107		
06.30 - 06.45	106	10	1	117		
06.45 - 07.00	127	20	1	148		
07.00 - 07.15	111	46	3	160		
07.15 - 07.30	115	29	2	146		
07.30 - 07.45	152	37	5	194		
07.45 - 08.00	150	35	2	187		
15.00 - 15.15	106	33	1	140		1569
15.15 - 15.30	118	37	2	157		
15.30 - 15.45	144	55	3	202		
15.45 - 16.00	155	42	3	200		
16.00 - 16.15	185	48	7	240		
16.15 - 16.30	130	40	3	173		
16.30 - 16.45	219	61	0	280		
16.45 - 17.00	118	58	1	177	588	
06.00 - 06.15	34	3	0	37		
06.15 - 06.30	48	7	0	55		
06.30 - 06.45	75	8	0	83		
06.45 - 07.00	52	3	0	55		
07.00 - 07.15	74	5	1	80		
07.15 - 07.30	68	9	0	77		
07.30 - 07.45	88	8	0	96		
07.45 - 08.00	99	5	1	105		
15.00 - 15.15	80	15	0	95		727
15.15 - 15.30	76	11	0	87		
15.30 - 15.45	71	17	2	90		
15.45 - 16.00	82	5	0	87		
16.00 - 16.15	83	22	0	105		
16.15 - 16.30	78	14	0	92		
16.30 - 16.45	76	6	0	82		
16.45 - 17.00	73	15	1	89		

Tabel Lampiran 1.16 Data Volume Kendaraan di Simpang Wirobrajan

LENGAN BARAT		Tanggal : 06 Oktober 2018				
ARAH	WAKTU	JENIS KENDARAAN			TOTAL	TOTAL
		MC	LV	HV		
KIRI	06.00 - 06.15	180	28	0	208	2939
	06.15 - 06.30	192	30	1	223	
	06.30 - 06.45	205	32	0	237	
	06.45 - 07.00	341	45	1	387	
	07.00 - 07.15	341	58	3	402	
	07.15 - 07.30	322	49	1	372	
	07.30 - 07.45	461	76	1	538	
	07.45 - 08.00	515	52	5	572	2519
	15.00 - 15.15	209	56	0	265	
	15.15 - 15.30	284	61	2	347	
	15.30 - 15.45	253	50	2	305	
	15.45 - 16.00	292	62	1	355	
	16.00 - 16.15	253	47	6	306	
	16.15 - 16.30	261	48	0	309	
16.30 - 16.45	266	92	0	358	3533	
16.45 - 17.00	227	46	1	274		
06.00 - 06.15	281	26	1	308		
06.15 - 06.30	309	30	2	341		
06.30 - 06.45	300	37	2	339		
06.45 - 07.00	316	42	0	358		
07.00 - 07.15	438	46	3	487		
07.15 - 07.30	372	29	3	404		
07.30 - 07.45	612	54	1	667		
07.45 - 08.00	582	46	1	629		
15.00 - 15.15	397	22	1	420		3190
15.15 - 15.30	432	31	1	464		
15.30 - 15.45	450	38	2	490		
15.45 - 16.00	388	67	2	457		
16.00 - 16.15	325	45	1	371		
16.15 - 16.30	279	48	3	330		
16.30 - 16.45	331	45	3	379		
16.45 - 17.00	243	34	2	279	768	
06.00 - 06.15	46	6	1	53		
06.15 - 06.30	52	7	1	60		
06.30 - 06.45	67	7	1	75		
06.45 - 07.00	88	10	1	99		
07.00 - 07.15	105	10	2	117		
07.15 - 07.30	101	8	4	113		
07.30 - 07.45	102	19	0	121		
07.45 - 08.00	115	15	0	130		
15.00 - 15.15	137	14	0	151		1114
15.15 - 15.30	87	23	0	110		
15.30 - 15.45	93	18	2	113		
15.45 - 16.00	144	19	0	163		
16.00 - 16.15	133	18	1	152		
16.15 - 16.30	118	24	0	142		
16.30 - 16.45	117	17	0	134		
16.45 - 17.00	118	31	0	149		

# LAMPIRAN 2

## Data Kecepatan Kendaraan



**Tabel Lampiran 2.1** Data Kecepatan Kendaraan di Ruas Jalan RE Martadinata

Jarak : 30 m	Tanggal : 08 Oktober 2018 (Pagi)				
	Nomor	Waktu (det)		Kecepatan (km/jam)	
		MC	LV	MC	LV
1	3.25	4.43	33.23	24.38	
2	2.92	4.68	36.99	23.08	
3	3.34	5.02	32.34	21.51	
4	3.01	4.21	35.88	25.65	
5	2.69	3.78	40.15	28.57	
6	3.08	4.17	35.06	25.90	
7	2.95	4.73	36.61	22.83	
8	3.41	4.77	31.67	22.64	
9	2.67	5.04	40.45	21.43	
10	3.49	4.42	30.95	24.43	
11	3.17	3.91	34.07	27.62	
12	3.14	4.99	34.39	21.64	
13	2.76	4.66	39.13	23.18	
14	3.52	4.31	30.68	25.06	
15	3.33	4.74	32.43	22.78	
16	2.83	4.51	38.16	23.95	
17	3.54	4.38	30.51	24.66	
18	3.58	3.93	30.17	27.48	
19	2.72	4.85	39.71	22.27	
20	2.87	4.41	37.63	24.49	
Rata - Rata			35.01	24.18	
Rata - Rata Total			29.59		



**Tabel Lampiran 2.2** Data Kecepatan Kendaraan di Ruas Jalan RE Martadinata

Jarak : 30 m	Tanggal : 08 Oktober 2018 (Sore)				
	Nomor	Waktu (det)		Kecepatan (km/jam)	
		MC	LV	MC	LV
1	3.76	5.14	28.72	21.01	
2	3.44	5.4	31.40	20.00	
3	3.87	5.75	27.91	18.78	
4	3.55	4.95	30.42	21.82	
5	3.24	4.53	33.33	23.84	
6	3.64	4.93	29.67	21.91	
7	3.52	5.5	30.68	19.64	
8	3.99	5.55	27.07	19.46	
9	3.26	5.83	33.13	18.52	
10	4.09	5.22	26.41	20.69	
11	3.68	4.62	29.35	23.38	
12	3.66	5.71	29.51	18.91	
13	3.29	5.39	32.83	20.04	
14	4.06	5.05	26.60	21.39	
15	3.88	5.49	27.84	19.67	
16	3.39	5.27	31.86	20.49	
17	4.11	5.15	26.28	20.97	
18	4.16	4.71	25.96	22.93	
19	3.31	5.64	32.63	19.15	
20	3.47	5.21	31.12	20.73	
Rata - Rata			29.64	20.67	
Rata - Rata Total			25.15		