

**ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG  
PADA RUAS JALAN Z.A. PAGAR ALAM**

(Skripsi)

Oleh

**PRAYOGA**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2017**

## **ABSTRACT**

### **SIGNAL COORDINATION ANALYSIS BETWEEN INTERSECTION ON Z.A. PAGAR ALAM ROAD SECTION**

**By**

**Prayoga**

*There are three intersections that are within 1.3 km of study focused on Jalan Z.A. Pagar Alam. The problem that sometimes occurs is vehicles must stop at every intersection because it always gets a red signal*

*The data collection was done by a direct survey at all three intersections. The data that taken from the intersection are geometric and volume intersection. The first intersection released from signal coordination between intersections, with a cycle time of 63 seconds was obtained degree of saturation on average 0.7378 and the queue length 70.23 m. After three planning between the intersection II and III intersection obtained the best cycle time of 99 seconds. The average degree of saturation of intersection II is 0.77 with queue length 146.71 m and the third intersection is 0.85 with queue length 82.03 m. Because the degree of saturation is approaching 0.8 and 0.8 exceed existing special construction needs to be done.*

**Key words** : *Signal Coordination, Cycle Time, Intersection*

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG PADA RUAS JALAN Z.A. PAGAR ALAM**

**Oleh**

**Prayoga**

Terdapat tiga simpang yang berada dalam jarak 1,3 km yang menjadi fokus penelitian di Jalan Z.A. Pagar Alam. Permasalahan yang terkadang terjadi adalah kendaraan yang harus berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei langsung pada ketiga simpang. Adapun data yang diambil adalah volume simpang dan geometrik simpang. Simpang I dilepaskan dari pengkoordinasian sinyal antar simpang, dengan waktu siklus 63 detik diperoleh derajat kejenuhan rata-rata 0,73 dengan panjang antrian 70,23 m. Setelah dilakukan tiga perencanaan antara simpang II dan simpang III diperoleh waktu siklus terbaik 99 detik. Derajat kejenuhan rata-rata simpang II yaitu 0,77 dengan panjang antrian 146,71 m dan simpang III yaitu 0,85 dengan panjang antrian 82,03 m. Karena derajat kejenuhan sudah mendekati 0,8 dan sudah ada yang melebihi 0,8 perlu dilakukan pembangunan khusus.

**Kata kunci** : Koordinasi Sinyal, Waktu Siklus, Simpang

**ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR  
SIMPANG PADA RUAS JALAN Z.A. PAGAR ALAM**

Oleh  
**PRAYOGA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
Sarjana Teknik**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **ANALISIS KOORDINASI SINYAL ANTAR  
SIMPANG PADA RUAS JALAN Z.A.  
PAGAR ALAM**

Nama Mahasiswa : **Prayoga**

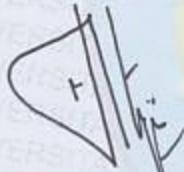
Nomor Pokok Mahasiswa : 1115011079

Program Studi : S1 Teknik Sipil

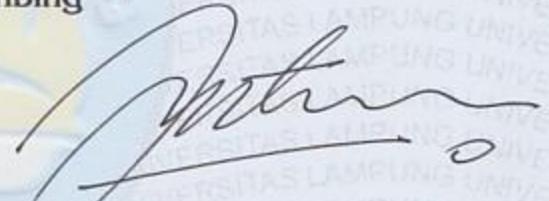
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

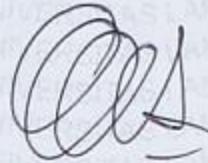


**Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T.**  
NIP 19741004 200003 2 002



**Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T.**  
NIP 19550207 199203 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**



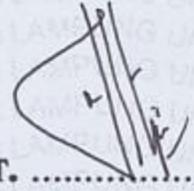
**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19700915 199503 1 006

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

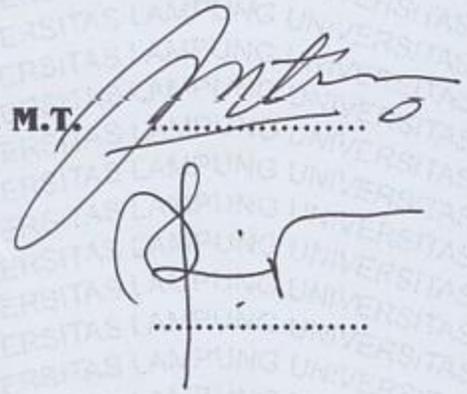
Ketua

: **Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T.** .....



Sekretaris

: **Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T.** .....



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Dwi Herianto, M.T.** .....

### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Prof. Dr. Suharno, M.Sc.**

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 April 2017**



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Z.A. Pagar Alam adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2017

Pembuat Pernyataan

Prayoga



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 22 Januari 1993. Penulis merupakan putra dari pasangan Bapak Rachmat Basuki dan Ibu Dharmawati, anak kedua dari dua bersaudara.

Dengan rahmat Allah SWT penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak Al-Kautsar pada tahun 2000, pendidikan Sekolah Dasar Alkautsar pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Bandar Lampung tahun 2011. Terakhir Penulis tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Jalur SNMPTN pada tahun 2011.

Pada tahun 2014, penulis melakukan Kerja Praktek di Proyek Pembangunan LPPM ITERA Tahap I selama 3 bulan. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Indraloka II, Kecamatan Way Kenanga, Kabupaten Tulang Bawang Barat selama 40 hari pada periode Januari-Maret 2015 dengan tema POSDAYA (Pos Pemberdayaan Keluarga). Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Z.A. Pagar Alam.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi UKMF Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai kepala divisi Pengembangan periode tahun 2012-2013.

## MOTTO

*“And, when you want something, all the universe conspires in helping you to achieve it.”*

(Paulo Coelho)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Alam Nasyroh : 6)

*“The secret of life, though, is to fall seven times and to get up eight” times.”*

(Paulo Coelho)

## **PERSEMBAHAN**

Karya sederhana ini kupersembahkan bagi semua yang pernah menjadi bagian dalam hidupku dan orang-orang yang selalu menyayangiku.

Bapak dan Ibu,

Kakak dan Keluargaku tersayang,

Terimakasih atas perhatian dan pengertiannya.

Sahabat-sahabatku yang telah memberiku inspirasi untuk selalu optimis dan percaya diri,

Seseorang yang menemaniku,

dan Almamater tercinta.

Tanpa kalian semua, karya ini mungkin hanya ada dalam angan

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan yang diharapkan.

Melalui kesempatan ini, Penulis hendak mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril, maupun spiritual. Banyak pengalaman dan masukan yang didapat Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, baik hal-hal yang bersifat mendidik dan kritikan yang berguna bagi Penulis.

Dengan teriring salam dan doa serta ucapan terima kasih yang tak terhingga Penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing akademis atas masukan, dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T. selaku dosen pembimbing 2 atas masukan dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Ir. Dwi Herianto M.T. atas kesempatannya untuk menguji sekaligus membimbing Penulis dalam seminar skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
7. Keluargaku terutama orangtuaku tercinta, Bapak Rahmat Basuki dan Ibu Dharmawati, serta Kakakku Aprila Ayu Rama Sari atas doanya.
8. Sindu, Ekanto, Kimul, Krisna, Fero dan Salman yang selalu mendengar keluh kesal dan memberi motivasi.
9. Hendro, Meifra, Jimmi, Adin, Edo, Tengsek, Asep, Muber, Riski, Komang, Ubai, Nata, Jundi, Anton, Sapto, Yuda, Fajar dan Sukit yang telah menemani dan memberi masukan selama masa perkuliahan.
10. Galuh Pramita yang dengan ikhlas meluangkan waktu untuk menemani dan memberi semangat.
11. Serta teman – teman dan rekan – rekan sipil, kakak – kakak, adik – adik yang telah banyak membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi ini serta yang paling utama angkatan 2011 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dan teman-teman KKN Desa Indraloka II untuk bantuan moril, tempat, waktu, doa dan dukungannya selama ini. Saya ucapkan terima kasih banyak semoga sukses selalu mengiringi kita semua.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga Tuhan membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, April 2017

Penulis,

Prayoga

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Simpang Jalan .....	5
B. Arus Lalu Lintas .....	7
C. Sinyal Lalu Lintas .....	9
D. <i>Phasing</i> .....	10
E. <i>Offset</i> dan <i>Brandwidth</i> .....	10
F. Waktu Sinyal .....	11
G. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan .....	12
H. Perilaku Lalu Lintas .....	13
I. Koordinasi Simpang Bersinyal.....	16
J. Tinjauan Terdahulu .....	16
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Umum.....	18
B. Lokasi Penelitian .....	18
C. Waktu Penelitian .....	19
D. Metode Penelitian .....	19
E. Metode Survey .....	20
F. Pengumpulan Data .....	23
G. Diagram Alir Penelitian .....	24

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Geometrik Simpang.....	25
B. Volume Simpang.....	27
C. Penentuan Peak Hour .....	33
D. Perencanaan Waktu Siklus .....	43

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan.....	65
B. Saran.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Simpang 3 Lengan.....	5
2. Simpang 4 Lengan.....	6
3. Simpang 6 Lengan.....	6
4. Bundaran ( <i>rotary intersection</i> ).....	6
5. Konflik Pada Persimpangan .....	10
6. Diagram Koordinasi <i>Offset</i> dan <i>Bandwidth</i> .....	11
7. Prinsip Koordinasi Sinyal dan <i>Green Wave</i> .....	16
8. Layout Lokasi Studi .....	19
9. Diagram Alir Penelitian .....	24
10. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang I Senin .....	28
11. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang I Kamis.....	28
12. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang I Sabtu .....	29
13. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang II Senin.....	30
14. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang II Kamis .....	30
15. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang II Sabtu.....	31
16. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang III Senin .....	32
17. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang III Kamis .....	32
18. Diagram Jumlah Arus Kendaraan/Jam Simpang I Sabtu .....	33
19. Green Wave Antara Simpang II dan Simpang III .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Emp Berdasarkan Pendekat Simpang.....	7
2. Arus Rencana Per-Jam dengan Persentase LHRT .....	8
3. Nilai-Nilai Komposisi Lalu Lintas .....	9
4. Nilai Normal Perencanaan Simpang .....	12
5. Data Geometrik Simpang I .....	25
6. Data Geometrik Simpang II .....	26
7. Data Geometrik Simpang III.....	27
8. Perhitungan Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor dan Tak Bermotor...	36
9. Perhitungan Waktu Siklus dan Derajat Kejenuhan Simpang I .....	40
10. Perhitungan Waktu Siklus dan Derajat Kejenuhan Simpang II.....	41
11. Perhitungan Waktu Siklus dan Derajat Kejenuhan Simpang III.....	42
12. Derajat Kejenuhan Tiap Simpang .....	43
13. Perhitungan Tundaan Total Simpang I.....	44
14. Perhitungan Tundaan Total Simpang II Dengan Waktu Siklus 63 detik.....	48
15. Perhitungan Tundaan Total Simpang III Dengan Waktu Siklus 63 Detik .....	48
16. Perhitungan Tundaan Total Simpang II Dengan Waktu Siklus 99 Detik .....	49
17. Perhitungan Tundaan Total Simpang III Dengan Waktu Siklus 99 Detik .....	49
18. Perhitungan Tundaan Total Simpang II Dengan Waktu Siklus 100 Detik .....	50

19.	Perhitungan Tundaan Total Simpang III Dengan Waktu Siklus 100 Detik .....	50
20.	Hasil Perhitungan Kondisi 1 .....	51
21.	Hasil Perhitungan Kondisi 2 .....	52
22.	Hasil Perhitungan Kondisi 3 .....	53
23.	Rata-Rata Kondisi 1, 2 dan 3 .....	54
24.	Waktu Tempuh Antar Simpang.....	54
25.	Derajat Kejenuhan Simpang II.....	60
26.	Perbandingan Panjang Antrian Sebelum dan Sesudah Sinyal Hilang.....	62

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam suatu sistem transportasi di perkotaan keberadaan suatu simpang adalah hal yang tidak dapat dihindari. Hal ini pulalah yang terjadi di Kota Bandar Lampung. Dengan jumlah penduduk mecapai 960.695 orang (BPS, 2014) akan timbul permasalahan pada saat semua orang bergerak bersamaan. Persimpangan menjadi bagian penting untuk melancarkan arus perpindahan manusia, barang ataupun jasa. Oleh karena itu keberadaan simpang harus dikelola dengan baik agar kinerja simpang tersebut sesuai dengan kondisi lalu lintas dan menghasilkan kelancaran transportasi sesuai dengan yang diharapkan.

Untuk memperoleh kelancaran transportasi tersebut konflik-konflik pada persimpangan perlu dihilangkan dengan cara mengatur pergerakan pada simpang. Adapun fasilitas yang dapat digunakan adalah lampu lalu lintas (*traffic light*).

Meski simpang sudah terfasilitasi dengan lampu lalu lintas, banyak simpang-simpang di perkotaan seperti Bandar Lampung menimbulkan permasalahan sendiri. Permasalahan yang terkadang terjadi adalah kendaraan yang harus berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Tentu hal

ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan pengendara, disamping lamanya tundaan yang terjadi.

Kondisi inilah yang terjadi di ruas Jalan Z.A. Pagar Alam yang menjadi objek studi. Ada tiga simpang yang difokuskan dalam studi ini adalah persimpangan Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Pramuka (simpang I) dan simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Terminal Rajabasa (simpang II), simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Sumantri Brojonegoro (simpang III). Jarak antara simpang I dan simpang II adalah 750 m, jarak antara simpang II dan simpang III adalah 550 m. Dengan mempertimbangkan jarak antar simpang dapat dilakukan analisis terhadap koordinasi tiga simpang tersebut guna mengoptimalkan kenyamanan pengguna jalan. Dan bila setelah di koordinasi simpang di Jalan Z.A. Pagar Alam masih padat dilakukan perhitungan bila dilakukan pembangunan *flyover* atau *underpass* di jalan tersebut.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik simpang, yaitu waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan pada simpang.
2. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kapasitas pendekat.
3. Waktu tempuh antar simpang,
4. Pengaruh pembangunan *flyover* atau *underpass* di Jalan Z.A. Pagar Alam

### **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis koordinasi sinyal antar simpang pada Jalan Z.A. Pagar Alam

### **D. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Pengambilan data primer berupa survei lalu lintas
2. Pengamatan dilakukan pada 3 titik yaitu :
  - a. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Pramuka (simpang I)
  - b. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Terminal Rajabasa (simpang II)
  - c. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Sumantri Brojonegoro (simpang III)
3. Waktu pengamatan dilakukan pada jam sibuk. Pagi pada pukul 06.30-08.30 WIB, siang pada pukul 11.00-13.00 WIB dan sore pada pukul 16.00-18.00 WIB dalam 3 hari selama 1 minggu, yaitu hari Senin, Kamis dan Sabtu sebagai analisis ruas jalan berdasarkan volume puncak.
4. Jenis kendaraan yang diamati antara lain :
  - a. Kendaraan ringan (LV), yaitu kendaraan bermotor dengan dua as empat roda dan jarak antar as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, minibus dan pick-up).
  - b. Kendaraan berat (HV), yaitu kendaraan bermotor yang memiliki lebih dari empat roda (meliputi : bus, truk 2 as dan truk 3 as).

- c. Sepeda motor (MC), yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3)
  - d. Kendaraan tak bermotor (UM), yaitu kendaraan yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong).
5. Pola pengaturan waktu yang digunakan hanya 1, tidak berubah-ubah (*fixed time control*).

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang permasalahan yang terjadi pada simpang-simpang di ruas Jalan Z.A. Pagar Alam.
2. Sebagai alternatif masukan dan pertimbangan bagi instansi terkait Pemerintah Daerah Kota Bandar Lampung dan Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung untuk melakukan tindakan yang tepat sehingga koordinasi simpang tersebut lebih baik.
3. Dapat menjadi data skunder untuk penelitian selanjutnya.

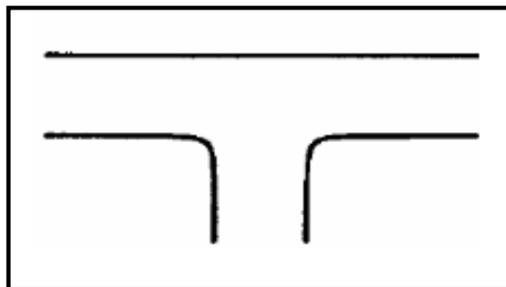
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Simpang Jalan

Simpang jalan merupakan bentuk bangunan jalan yang menyebabkan terjadinya problem lalu lintas seperti tundaan (*delay*), kemacetan (*congestion*) dan kecelakaan (*accidents*). Untuk mengatur konflik-konflik dan tundaan pada simpang jalan dilakukan manajemen simpang. Manajemen simpang dapat berupa manajemen simpang sebidang maupun manajemen simpang tak sebidang.

Menurut bentuknya simpang sebidang dapat dibedakan sebagai berikut :

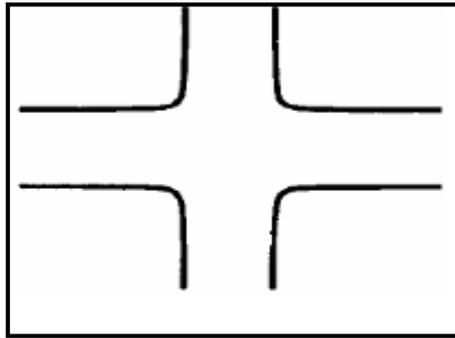
- a. Pertemuan jalan bercabang tiga (simpang tiga)



(Sumber: G.R. Wells, 1993)

Gambar 1. Simpang 3 lengan

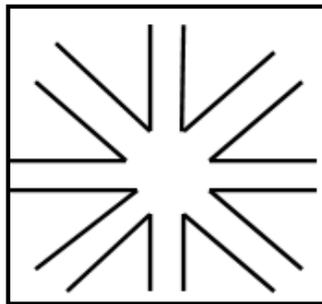
- b. Pertemuan jalan bercabang empat (simpang empat)



(Sumber: G.R. Wells, 1993)

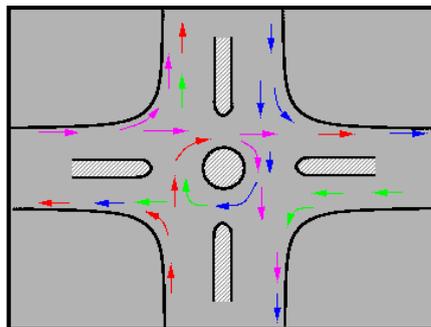
Gambar 2. Simpang 4 lengan

- c. Pertemuan jalan bercabang banyak (lebih dari empat)



Gambar 3. Simpang 6 lengan

- d. Bundaran (*rotary intersection*)



Gambar 4. Bundaran

Menurut bentuknya simpang tak sebidang dapat berupa :

*a. Flyover*

Fly over adalah jalan yang dibangun tak sebidang melayang menghindari daerah/kawasan yang selalu menghadapi permasalahan kemacetan lalu lintas, melewati persilangan jalan kereta api atau persimpangan jalan.

*b. Underpass*

Underpass adalah tembusan di bawah sesuatu terutama bagian jalan atau rel atau bagi pejalan kaki. Beberapa ahli teknik sipil mendefinisikan underpass sebagai sebuah tembusan di bawah permukaan yang memiliki panjang kurang dari 0,1 mill atau 1,61 km. Biasanya digunakan untuk kendaraan (umumnya mobil atau kereta api) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda.

## **B. Arus Lalu Lintas**

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam satuan waktu (smp/jam). Perhitungan arus lalulintas didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang, dan sore.

Pada persimpangan, arus lalulintas dihitung berdasarkan masing-masing jenis kendaraan untuk terlindung dan terlawan dengan menggunakan emp berikut :

Tabel 1. Emp berdasarkan pendekat simpang

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

(Sumber: MKJI, 1997)

Perhitungan Arus lalu lintas pada simpang menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}$$

Keterangan :

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

$Q_{LV}$  = Arus lalu lintas kendaraan yang tergolong kedalam kendaraan ringan (*Light Vehicle*).

$Q_{HV}$  = Arus lalu lintas kendaraan yang tergolong ke kendaraan berat (*Heavy Vehicle*).

$emp_{HV}$  = Ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat.

$Q_{MC}$  = Arus lalu lintas sepeda motor

$emp_{MC}$  = Ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor.

Jika hanya arus lalu lintas tahunan (LHRT) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHRT sebagai berikut :

Tabel 2. Arus rencana per jam dengan persentase LHRT

Tipe kota dan jalan	Faktor persen k $K \times LHRT = \text{ arus rencana/jam}$
Kota-kota > 1 juta penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial	7 – 8 %
- Jalan pada daerah permukiman	8 – 9 %
Kota-kota $\leq$ 1 jumlah penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 10 %
- Jalan pada daerah permukiman	9 – 12 %

(Sumber: MKJI, 1997)

Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15% belok kanan dan 15% belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut dilarang).

Nilai-nilai normal untuk komposisi lalu lintas berikut dapat digunakan bila tidak ada taksiran yang lebih baik :

Tabel 3. Nilai-nilai komposisi lalu lintas

Ukuran kota Jumlah penduduk	Komposisi lalu lintas kendaraan bermotor %			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	LV	HV	MC	
>3 juta	60	4,5	35,5	0,01
1-3 juta	55,5	3,5	41	0,05
0,5-1 juta	40	3,0	57	0,14
0,1-0,5 juta	63	2,5	34,5	0,05
<1 juta	63	2,5	34,5	0,05

(Sumber: MKJI, 1997)

### C. Sinyal Lalu Lintas

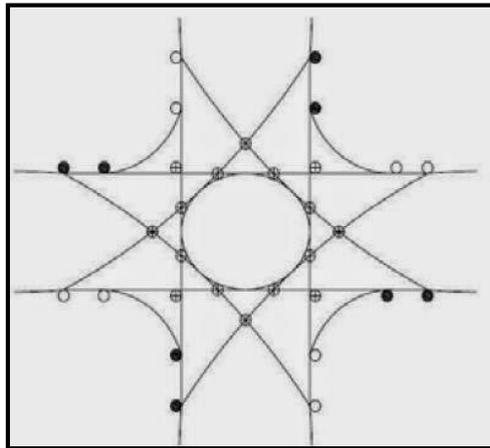
Lampu sinyal (pengatur) lalu lintas adalah salah satu alat (instrumen) untuk mengontrol arus lalu lintas di suatu simpang jalan, dengan suatu pertimbangan bahwa volume lalu lintas di setiap jalan yang bertemu telah mencapai suatu batas tertentu.

Fungsi dan tujuan sinyal lalu lintas yaitu:

- a. Mengurangi jumlah konflik yang mungkin terjadi di suatu simpang jalan dan mengatur arus konflik secara bertahap.
- b. Mencegah terjadinya arus yang terus menerus melewati simpang jalan.
- c. Mengurangi terjadinya kecelakaan dan tundaan lalu lintas
- d. Meningkatkan kapasitas dan tingkat pelayanan simpang jalan.
- e. Melaksanakan pengaturan prioritas jalan.

#### D. *Phasing*

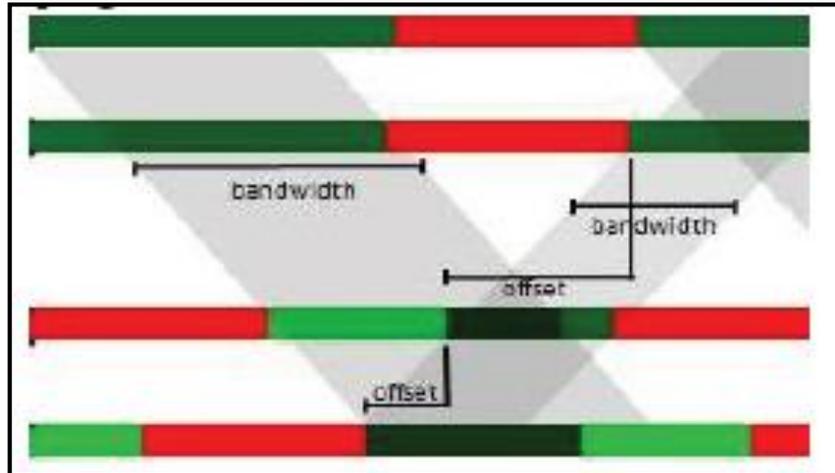
Pengaturan konflik arus lalu lintas pada suatu simpang jalan dapat dilakukan dengan perubahan atau pemisahan waktu. Pengaturan perubahan/pemisahan arus lalu lintas ini dikenal dengan istilah phasing. Penggunaan dan pemilihan dari fase-fase terlihat pada konflik utama pada simpang tersebut. Jika terdapat dua konflik utama maka dapat diselesaikan dengan dua fase, jika terdapat tiga konflik utama maka dapat diselesaikan dengan tiga fase, dan jika terdapat empat konflik utama pada simpang maka dapat diatasi dengan menggunakan sistem empat fase.



Gambar 5. Konflik pada persimpangan

#### E. *Offset dan Bandwidth*

*Offset* merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya (C.S. Papacostas, 2005). Waktu offset dapat dihitung menggunakan diagram koordinasi. Sedangkan *Bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan parallel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan akhir (C.S. Papacostas, 2005).



(Sumber: Emal Zen MTB, 2010)

Gambar 6. Diagram koordinasi *offset* dan *bandwidth*

## F. Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap digunakan metoda Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Dengan terlebih dahulu menghitung waktu siklus ( $c$ ), selanjutnya waktu hijau ( $g$ ) pada masing-masing fase ( $i$ )

Perhitungan waktu siklus dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$$

dimana :

$c$  = Waktu siklus sinyal (detik)

$LTI$  = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

$FR$  = Arus dibagi dengan arus jenuh ( $QS$ )

$FR_{crit}$  = Nilai  $FR$  tertinggi dari semu pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu

panjang menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai  $\Sigma(FR_{crit})$  mendekati atau lebih dari 1 maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif.

Untuk penentuan waktu hijau dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit})$$

dimana :

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

Untuk keperluan perancangan dan simpang simetris nilai normal sebagai berikut dapat digunakan:

Tabel 4. Nilai normal perancangan simpang

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik per fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik per fase
Besar	$\geq 15$ m	$\geq 6$ detik per fase

(Sumber: MKJI, 1997)

### G. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu, biasanya dinyatakan dalam smp/jam. Derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, biasanya dihitung per jam.

Derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus :

$$DS = Q/C = (Q \times C) / (S \times g)$$

## H. Perilaku Lalu Lintas

Berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas ( $Q$ ), derajat kejenuhan ( $DS$ ) dan waktu sinyal ( $c$  dan  $g$ ) sebagaimana diuraikan di bawah:

### 1. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau ( $NQ$ ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ):

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

dengan :

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

dan untuk  $NQ_2$  digunakan rumus sebagai berikut :

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

dimana :

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang selama fase merah

$DS$  = Derajat kejenuhan

$GR$  = Rasio hijau

$c$  = Waktu siklus (det)

$C$  = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau ( $S \times GR$ )

$Q$  = Arus lalu lintas pada

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$Q = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{masuk}}$$

## 2. Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung

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

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

## 3. Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti  $p_{sv}$ , yaitu kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, i digitung sebagai:

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

dimana NS adalah angka henti dari suatu pendekat.

## 4. Tundaan

Tundaan pada suatu dapat terjadi karena dua hal :

- a. Tundaan lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
- b. Tundaangeometri (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j$$

dimana :

$D_j$  = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

$DT_i$  = Tundaan lalu lintas

$DG_j$  = Tundaan gemoetri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^3}{(1 - GR \times DS)} - \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

dimana :

$DT_j$  : Tundaan rata-rata

GR : Rasio hijau (g/c)

DS : Derajat kejenuhan

C : Kapasitas (smp/jam)

$NQ_1$  : Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

## 5. Tundaan Geometri

Untuk tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG_j = (1 - P_{sw}) \times p_r \times 6 + (p_{sv} \times 4)$$

Dimana :

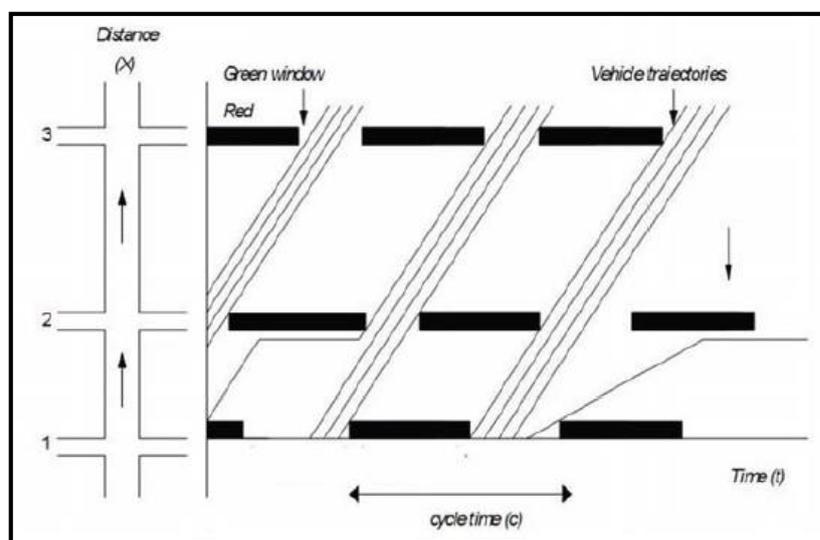
$DG_j$  = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

$p_{sv}$  = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

$p_r$  = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

## I. Koordinasi Simpang Bersinyal

Koordinasi sinyal antar simpang diperlukan mengurangi tundaan (*delay*) yang dialami kendaraan dan menghindarkan dari antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang telah bergerak dari satu simpang diharapkan tidak terhenti oleh sinyal merah pada simpang selanjutnya, sehingga dapat terus berjalan dengan kecepatan normal.



(Sumber: Tylor dkk, 1966)

Gambar 7. Prinsip koordinasi sinyal dan *green wave*

## J. Studi Terdahulu

Studi terdahulu yang terkait dengan pengkoordinasian sinyal antar simpang dilakukan oleh Emal Zain MTB. Penelitian dilaksanakan pada empat simpang di Jalan Diponegoro Kota Surabaya yang keseluruhannya merupakan simpang empat bersinyal. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei langsung pada keempat simpang. Adapun data yang diambil adalah volume kendaraan yang melalui tiap simpang, waktu sinyal, kecepatan tempuh kendaraan yang melalui keempat simpang, dan geometrik simpang.

Data yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan kondisi eksisting terjenuh yang akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi. Kinerja terbaik pada setiap simpang kemudian dikoordinasikan menggunakan waktu *offset* antar simpang. Dari hasil analisa diketahui bahwa keempat simpang belum terkoordinasi dan perlu dilakukan perencanaan sinyal antar simpang. Siklus baru diperoleh 130 detik. Kecepatan rencana sesuai dengan regulasi batas maksimum kendaraan dalam kota yaitu sebesar 40 km/jam, didapat waktu *offset* sebesar 84 detik untuk kedua arah. Sedangkan *bandwidth* sebesar 56 detik dari utara dan 33 detik dari selatan.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

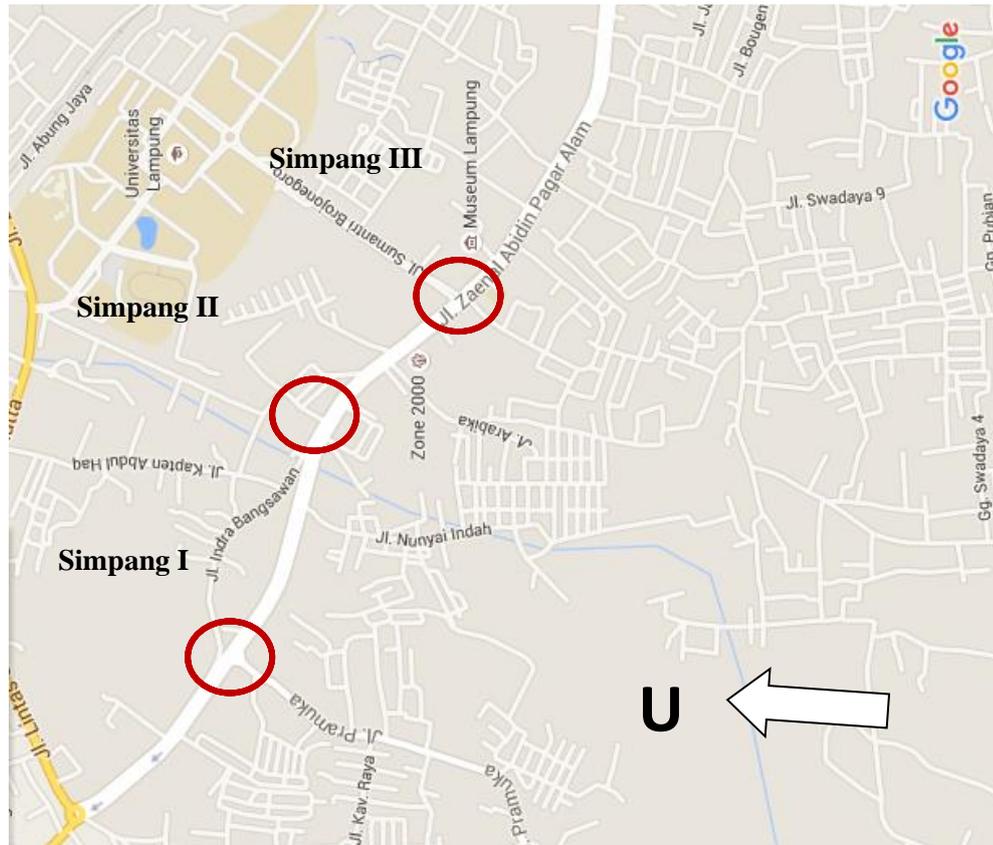
#### **A. Umum**

Metodologi penelitian merupakan suatu cara peneliti bekerja untuk memperoleh data yang dibutuhkan, selanjutnya akan digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan secara sistematis.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara melakukan pengolahan data primer hasil survei lapangan, serta mengumpulkan beberapa informasi yang dibutuhkan sebagai data skunder.

#### **B. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yang dipilih adalah simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Pramuka (simpang I), simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Terminal Rajabasa (simpang II), simpang Jalan Z.A.Pagar Alam – Jalan Sumantri Brojonegoro (simpang III). Simpang tersebut merupakan simpang bersinyal dengan pola tetap (*fixed time control*).



(Sumber: Google map)

Gambar 8. Layout lokasi studi

### C. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada jam puncak yaitu pukul 06.30-08.30 WIB untuk waktu pagi, 11.00 -13.00 WIB untuk waktu siang, dan 16.00-18.00 WIB untuk waktu sore. Penelitian berlangsung 3 hari dalam 1 minggu yaitu hari Senin, Kamis, dan Sabtu.

### D. Metode Penelitian

Secara garis besar, metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengkoordinasian sinyal antar simpang adalah :

### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan berupa studi kepustakaan mengenai hal-hal tentang pengkoordinasian sinyal antar simpang yang diperoleh dari berbagai literatur.

### 2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini berupa survey di lokasi-lokasi penelitian. Survei yang dilakukan adalah survey kondisi lingkungan, geometri jalan, volume kendaraan yang melewati simpang, waktu sinyal tiap simpang dan waktu tempuh antar simpang.

### 3. Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan dari hasil data survei yang didapat di lapangan. Perhitungan dimulai dengan menentukan jam puncak dari setiap waktu survei pada setiap simpang, kemudian dilakukan perhitungan derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan pada setiap simpang di jam puncak.

### 4. Tahap Perencanaan

Pada tahap ini direncanakan *cycle time* baru berdasarkan kondisi terjenuh. Perencanaan didasarkan teori MKJI. Setelah diperoleh *cycle time* dilakukan perencanaan koordinasi sinyal antar simpang dengan memperhatikan *offset time*.

## E. Metode Survey

Tim survey dipersiapkan pada 9 titik lokasi survey dengan 3 titik pada tiap simpangnya.

### 1. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Pramuka

- a. Surveyor A.1 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat barat jenis *light vehicle (LV)* dan *heavy vehicle (HV)*
  - b. Surveyor A.2 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat barat jenis *motorcycle (MC)* dan *unmotorized (UM)*
  - c. Surveyor A.3 mencatat seluruh jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat timur.
  - d. Surveyor A.4 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat timur jenis *light vehicle (LV)* dan *heavy vehicle (HV)*
  - e. Surveyor A.5 mencatat kendaraan yang lurus dari pendekat timur jenis *motorcycle (MC)* dan *unmotorized (UM)*
  - f. Surveyor A.6 mencatat seluruh kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat selatan
  - g. Surveyor A.7 mencatat seluruh kendaraan yang berbelok kanan dari pendekat selatan.
2. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Terminal Rajabasa
- a. Surveyor B.1 mencatat semua jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat barat menuju pendekat selatan.
  - b. Surveyor B.2 semua jenis kendaraan yang lurus dari pendekat barat
  - c. Surveyor B.3 mencatat kendaraan lurus dari pendekat timur berupa *light vehicle (LV)* dan *heavy vehicle (HV)*
  - d. Surveyor B.4 mencatat kendaraan lurus dari pendekat timur berupa *motorcycle (MC)* dan *unmotorized (UM)*

- e. Surveyor B.5 mencatat seluruh jenis kendaraan berbelok kanan dari pendekat timur.

### 3. Simpang Jalan Z.A. Pagar Alam – Jalan Sumantri Brojonegoro

- a. Surveyor C.1 mencatat semua jenis kendaraan yang berbelok kiri dari pendekat barat menuju pendekat selatan.
- b. Surveyor C.2 mencatat kendaraan lurus dari pendekat barat berupa *light vehicle (LV)* dan *heavy vehicle (HV)*
- c. Surveyor C.3 mencatat kendaraan lurus dari pendekat barat berupa *motorcycle (MC)* dan *unmotorized (UM)*
- d. Surveyor C.4 mencatat seluruh jenis kendaraan berbelok kiri dari pendekat utara.
- e. Surveyor C.5 mencatat seluruh jenis kendaraan berbelok kanan dari pendekat utara.
- f. Surveyor C.6 Mencatat Seluruh kendaraan dan pendekat timur yang berbelok kekanan.
- g. Surveyor C.7 mencatat kendaraan lurus dari pendekat timur berupa *light vehicle (LV)* dan *heavy vehicle (HV)*
- h. Surveyor C.8 mencatat kendaraan lurus dari pendekat timur berupa *motorcycle (MC)* dan *unmotorized (UM)*

### 4. Survei waktu tempuh

Survei waktu tempuh dilakukan dengan cara mengikuti atau mengendarai kendaraan *light vehicle (LV)* antar titik simpang, dan mencatat waktunya.

## **F. Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini digunakan data primer dan data skunder. Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur dan survei langsung di lokasi survei.

### **1. Pengumpulan Data Primer**

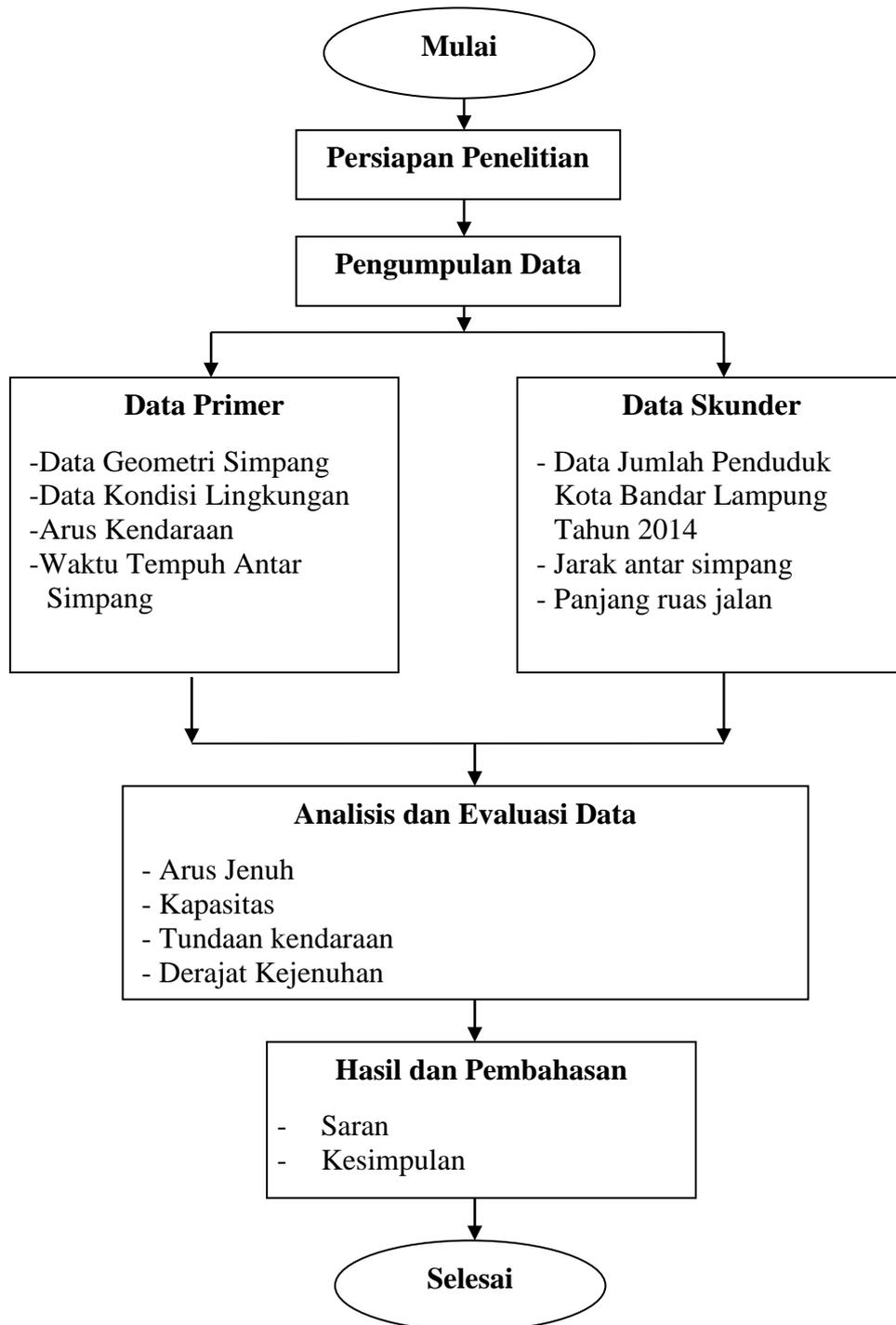
Data primer merupakan data-data yang diperoleh langsung dari survei lapangan. Data itu meliputi :

- a. Volume kendaraan yang melewati tiap lengan simpang
- b. Jumlah fase dan waktu sinyal pada masing-masing simpang
- c. Kondisi lingkungan dan geometri tiap simpang.

### **2. Pengumpulan Data Skunder**

Data skunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait, dari bantuan media internet dan dari penelitian yang telah dilakukan. Data skunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah jumlah penduduk Kota Bandar Lampung dan jarak antar simpang.

### G. Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram alir penelitian

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Koordinasi antar simpang dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang sama terlebih dahulu. Dari tiga kondisi dipilih waktu siklus yang bekerja terbaik yaitu 99 detik dengan *offset* time 90 detik.
2. Derajat kejenuhan rata rata pada setiap lengan pada simpang I adalah 0,73, panjang antrian 70,23 m dan tundaan total 18729 smp.detik. Simpang II derajat kejenuhan rata-ratanya adalah 0,70, panjang antrian 146,71 meter dan tundaan total 38181 smp.detik. Simpang III derajat kejenuhan rata-ratanya adalah 0,83, panjang antrian 82,03 meter dan tundaan total sebesar 30125 smp.det
3. Karena simpang I dan simpang III sudah tergolong macet maka disimulasikan dilakukan pembangunan *underpass* atau *flyover*. Bila pembangunan dilakukan, akan terjadi peningkatan derajat kejenuhan dan panjang antrian pada simpang II untuk pendekat timur dari derajat kejenuhan 0,77 meningkat menjadi 0,85 dan panjang antrian 102,7 meter menjadi 200 meter, pendekat barat dengan derajat kejenuhan 0,74 meningkat menjadi 0,86 dan panjang antrian 85,33 meter meningkat menjadi 165,33 meter.

## B. Saran

Dari kesimpulan yang dipaparkan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang penulis sampaikan :

1. Permasalahan pada pengkoordinasian sinyal antar simpang pada ruas Jalan Z.A. Pagar Alam terdapat pada simpang I yaitu simpang Jalan Z.A. Pagar Alam - Jalan Pramuka dan simpang III yaitu simpang Jalan Z.A. Pagar Alam - Jalan Soemantri Brojonegoro. Kedua simpang ini merupakan simpang terjenuh sehingga perlu dilakukan rekayasa lalu lintas khusus.
2. Dari analisa kasus ruas Jalan Z.A. Pagar Alam ini, besarnya jumlah kendaraan tidak mampu ditampung oleh kapasitas simpang yang ada. Diproyeksikan dengan laju pertumbuhan arus kendaraan bermotor 5% pertahun maka kurang lebih lima tahun kedepan derajat kejenuhan pada Jalan Z.A. Pagar Alam sudah mencapai nilai 1 (satu). Untuk itu perlu diperlakukan kebijakan serius dan tegas dari pemerintah kota dengan melakukan manajemen lalu lintas dan manajemen simpang.
3. Bila sinyal lalu lintas pada simpang I dan simpang III dihilangkan akan menimbulkan permasalahan baru pada simpang II. Pada simpang II perlu dilakukan rekayasa simpang baik itu berupa simpang sebidang maupun simpang tak sebidang. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari solusi terhadap permasalahan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- Bayasut, Emal Z.M.T. 2010. *Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Munawar, Ahmad. 2006. *Manajemen Lalulintas Perkotaan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Institut Tekonologi Bandung, Bandung.
- Universitas Lampung. 2011. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wells, G.R.. 1993. *Rekayasa Lalu-Lintas*. Bhratara, Jakarta.