

**ANALISIS HUBUNGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR  
DI KOTA SURAKARTA**

*Relationship Analysis of The Performance of Signalized Intersection Against  
Fuel Consumption in Surakarta City*

**SKRIPSI**

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



Disusun oleh :

**ARIEF PERMANA PUTRA**  
**I 0108067**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2012**

*commit to user*

HALAMAN PERSETUJUAN  
**ANALISIS HUBUNGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR  
DI KOTA SURAKARTA**

*Relationship Analysis of The Performance of Signalized Intersection Against  
Fuel Consumption in Surakarta City*



Disusun oleh :

**ARIEF PERMANA PUTRA**  
**I 0108067**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendaratan  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

**Persetujuan Dosen Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir Agus Sumarsono, MT**  
**NIP. 19570814 198601 1 001**

**Slamet Jauhari Legowo, ST, MT**  
**NIP. 1970413 199702 1 001**

*commit to user*

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS HUBUNGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR  
DI KOTA SURAKARTA**

*Relationship Analysis of The Performance of Signalized Intersection Against Fuel  
Consumption in Surakarta City*

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**ARIEF PERMANA PUTRA**  
**I 0108067**

Dipertahankan di depan Tim Penguji Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta dan diterima guna memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana  
Teknik

Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 27 Desember 2012

Tim Penguji :

1. Ir. Agus Sumarsono, MT  
NIP. 19570814 198601 1 001

2. Slamet Jauhari Legowo, ST, MT  
NIP. 19670413 199702 1 001

3. Dr. Eng. Ir. Syafi'i, MT  
NIP. 19670602 199702 1 001

4. Amirotul MHM, ST, MSc  
NIP. 19700504 199512 2 001

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik,

**Ir. Bambang Santosa, MT**  
**NIP. 19590823 198601 1 001**

## MOTTO

**jangan sampai kamu ditanya: “dan nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?” (Q.S. Ar-Rahman)  
“karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan. sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan” (Q.S. Al-Insyirah 5-6)  
ikhtiar dengan sungguh-sungguh, berdoa dengan sepenuh hati, tawakkal sebagai penyempurna ikhlas**

## PERSEMBAHAN

1. Allah Subhanahu wa ta'ala, atas nikmat iman dan islam.
2. Rasulullah Muhammad Shollallahu 'alaihi wasallam, mulialah dirimu, mulialah seluruh umatmu.
3. Orang tua saya, Oko Tri Mustofa dan Retno Trisiwi, yang senantiasa menyayangi, mendidik, mendo'akan, berkorban, dan memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya.
4. Mbah Kati dan dik Hanif Indra Permana, terima kasih atas segalanya.
5. Seluruh keluarga saya di manapun mereka berada.
6. Alm. Awal, Nima, Christmas, Julian juple, Egga, Pras, Sabuaji Gembus, Yusuf ucap, Indarto saja ya, Fata gendut, Alfi bemo, Feby tojib, Wahyu tegal, Rizki ekok, Adi jekicen, Ghea, dll. Kalian semua sahabat dan saudaraku.
7. Almarhum Awal Zaenal, seorang jenius, akan selalu saya ingat kita pernah berjuang bersama di kampus ini. Semoga kelak kita dipertemukan di jannah-Nya.
8. Keluarga Besar Futsal d'Lipis, terima kasih atas keceriaan dan kebersamaan, maaf sering memarahi kalian.
9. Keluarga Besar Teknik Sipil 2008. Semoga suatu saat kita dipertemukan kembali.

*commit to user*

## ABSTRAK

Arief Permana Putra. 2012. **Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar di Kota Surakarta**. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Kepadatan arus lalu lintas dan antrian kendaraan yang cukup panjang terlihat jelas pada beberapa simpang bersinyal yang berada di jalan arteri Kota Surakarta, seperti simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gembengan, sehingga menyebabkan waktu yang diperlukan untuk melalui simpang-simpang tersebut semakin lama. BBM merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat terbatas, sehingga ketersediaan BBM akan semakin langka seiring meningkatnya kebutuhan energi terutama di bidang transportasi. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan semakin meningkatnya konsumsi BBM untuk energi kendaraan bermotor. Konsumsi BBM yang terbuang di simpang bersinyal pada saat kendaraan diam (*idle*) sangat dipengaruhi oleh lama tundaan.

Penelitian ini bertujuan menganalisa hubungan konsumsi BBM dan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan di Kota Surakarta. Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan MKJI menghasilkan kinerja simpang berupa kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Analisis konsumsi BBM berdasarkan lama tundaan dengan menggunakan persamaan dari LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang. Hubungan kinerja simpang berupa tundaan dengan konsumsi BBM menggunakan analisis regresi linier sederhana.

Berdasarkan analisis dan pembahasan, model regresi linier dengan variabel bebas kinerja simpang berupa tundaan cukup baik dalam memprediksi nilai variabel tidak bebas konsumsi bahan bakar ( $Y$ ). Hasil analisis menunjukkan tundaan memiliki pengaruh besar terhadap konsumsi bahan bakar pada simpang bersinyal, artinya semakin tinggi nilai tundaan semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang terbuang. Hasil ini sesuai dengan hipotesa awal bahwa konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor pada saat *idle* (diam) di simpang bersinyal dipengaruhi oleh lama tundaan.

Kata kunci : simpang bersinyal, kinerja simpang, tundaan, konsumsi BBM

## ABSTRACT

Arief Permana Putra. 2012. **Relationship Analysis of The Performance of Signalized Intersection Against Fuel Consumption in Surakarta City**. Thesis. Civil Engineering Department of Engineering Faculty of Sebelas Maret University of Surakarta.

Traffic density and queues length of vehicles occurred on some signalized intersections located in Surakarta City arterial road, such as panggung intersection, ngemplak intersection, and gemblegan intersection, causing longer time required to get through them. Fuel is one of natural resources which is very limited, so the availability of fuel will become scarce along with the increasing of energy demand, especially in transportation. The increase of the number of vehicles causes the increasing of fuel consumption for the energy of motor vehicles. Fuel consumption which is wasted on signalized intersection when idle time is greatly affected by delay.

This study aims to analyze the relationship between fuel consumption and the performance of signalized intersections such delay in Surakarta City. Analysis of signalized intersection's performance using MKJI, produces intersection's performance such capacity, degree of saturation, queues length, and delay. Analysis of fuel consumption based on delay time using the formula of LAPI-ITB which has been converted into passenger car units. The relationship of intersection's performance such delay against fuel consumption using simple linear regression analysis.

Based on the analysis and discussion, linear regression model with independent variable intersection's performance such delay is good enough to predict the value of fuel consumption variable. Analysis result shows delay has strong effect to fuel consumption on the signalized intersection, it means that the higher value of delay, indicates the greater value of fuel consumption which is wasted there. It's suitable according to early hypothesis that fuel consumption of motorized vehicles in idle condition on signalized intersection was depended by delay.

**Keywords:** signalized intersection, intersection's performance, delay, fuel consumption

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar di Kota Surakarta”**.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, penulis sulit untuk mewujudkan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ir. Agus Sumarsono, MT, selaku dosen pembimbing I.
4. Slamet Jauhari Legowo, ST, MT, selaku dosen pembimbing II.
5. Ir. A. Mediyanto, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademis.
6. Segenap dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Keluarga tercinta.
8. Seluruh sahabat dan teman seperjuangan skripsi, Christmas dan alm. Awal Z.
9. Teknik Sipil Angkatan 2008.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surakarta, Desember 2012

Penulis

*commit to user*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Ukuran Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan MKJI 1997 .....	7
2.2.2. Konsumsi Bahan Bakar .....	12
2.2.3. Analisis Regresi .....	14
2.2.4. Analisis Korelasi .....	15
2.2.5. Koefisien Determinasi dan Koefisien Korelasi .....	16

*commit to user*



2.2.6. Uji Signifikansi (Uji-t) .....	18
2.2.7. Uji Simultan (Uji F) .....	20
2.2.8. <i>Statistical Product and Service Solutions</i> (SPSS) ver. 17.00.....	21

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1. Metode Penelitian .....	24
3.2. Lokasi Penelitian. ....	25
3.3. Jenis Data dan Sumber Data .....	29
3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	30
3.4.1. Data Primer .....	30
3.4.2. Data Sekunder .....	31
3.5. Pengolahan Data .....	31
3.6. Analisis Data .....	32
3.7. Pembahasan Hasil Penelitian .....	34
3.8. Kesimpulan .....	34

### **BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Gambaran Umum .....	35
4.1.1. Simpang Panggung .....	35
4.1.2. Simpang Ngeplak .....	35
4.1.3. Simpang Gemblegan .....	35
4.2. Data Survei Geometrik Simpang.....	36
4.2.1. Simpang Panggung .....	36
4.2.2. Simpang Ngeplak .....	37
4.2.3. Simpang Gemblegan .....	38
4.3. Data Volume Lalu Lintas .....	39
4.4. Data Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan .....	41
4.5. Data Arus Lalu Lintas.....	45
4.6. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang .....	50
4.6.1. Waktu Antar Hijau.....	50
4.6.2. Waktu Hilang.....	51
4.7. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas .....	55

*commit to user*

4.8. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan.....60

4.9. Kinerja Simpang Bersinyal..... 64

4.10. Konsumsi Bahan Bakar .....64

4.11. Analisis Data .....66

    4.11.1. Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap  
             Konsumsi Bahan Bakar.....66

    4.11.2. Pembahasan.....69

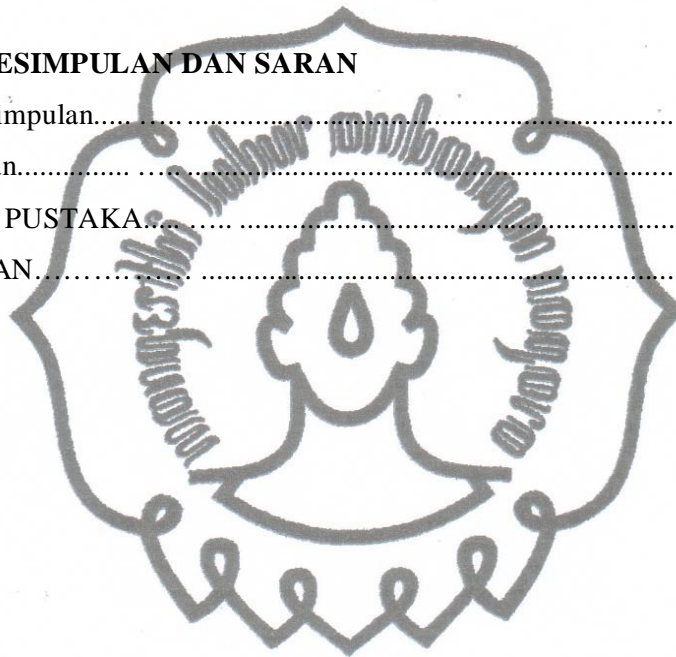
**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....73

5.2. Saran.....73

DAFTAR PUSTAKA.....75

LAMPIRAN.....77



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan .....	13
Tabel 4.1.. Geometrik Simpang Panggung.....	36
Tabel 4.2. Geometrik Simpang Ngeplak.....	37
Tabel 4.3. Geometrik Simpang Gemblegan .....	38
Tabel 4.4. Jam Puncak Simpang Panggung.....	39
Tabel 4.5. Jam Puncak Simpang Ngeplak.....	40
Tabel 4.6. Jam Puncak Simpang Gemblegan. ....	40
Tabel 4.7. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang Panggung .....	41
Tabel 4.8. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang Ngeplak.....	42
Tabel 4.9. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang Gemblegan .....	43
Tabel 4.10. Arus Lalu lintas Simpang Panggung .....	46
Tabel 4.11. Arus Lalu lintas Simpang Ngeplak .....	47
Tabel 4.12. Arus Lalu lintas Simpang Gemblegan .....	48
Tabel 4.13. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Simpang Panggung .....	52
Tabel 4.14. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Simpang Ngeplak .....	53
Tabel 4.15. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Simpang Gemblegan .....	54
Tabel 4.16. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas Simpang Panggung .....	55
Tabel 4.17. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas Simpang Ngeplak .....	56
Tabel 4.18. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas Simpang Gemblegan.....	57
Tabel 4.19. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Simpang Panggung .....	60
Tabel 4.20. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Simpang Ngeplak.....	61
Tabel 4.21. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Simpang Gemblegan. ....	62

Tabel 4.22.	Kinerja Simpang Bersinyal Panggung .....	64
Tabel 4.23.	Kinerja Simpang Bersinyal Ngeplak.....	64
Tabel 4.24.	Kinerja Simpang Bersinyal Gemblegan .....	64
Tabel 4.25.	Konsumsi bahan bakar pada simpang panggung .....	65
Tabel 4.26.	Konsumsi bahan bakar pada simpang ngeplak .....	66
Tabel 4.27.	Konsumsi bahan bakar pada simpang gemblegan .....	66
Tabel 4.28.	<i>Input</i> data program <i>SPSS 17</i> untuk X berupa tundaan rata-rata (dalam jam) .....	68
Tabel 4.29.	Hasil <i>Correlations SPSS17</i> metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan .....	68
Tabel 4.30	Hasil <i>Model Summary SPSS17</i> metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan .....	68
Tabel 4.31.	Hasil <i>ANOVA SPSS 17</i> metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan.....	69
Tabel 4.32	Hasil <i>Coefficients SPSS 17</i> metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan.....	69

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Akcelik 1989) .....	9
Gambar 3.1. Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	25
Gambar 3.2. Peta lokasi penelitian .....	28
Gambar 3.3. Penempatan surveyor Simpang Panggung, Simpang Ngeplak, dan Simpang Gemblegan.....	29
Gambar 4.1. Geometrik Simpang Panggung .....	36
Gambar 4.2. Geometrik Simpang Ngeplak .....	37
Gambar 4.3. Geometrik Simpang Gemblegan .....	38



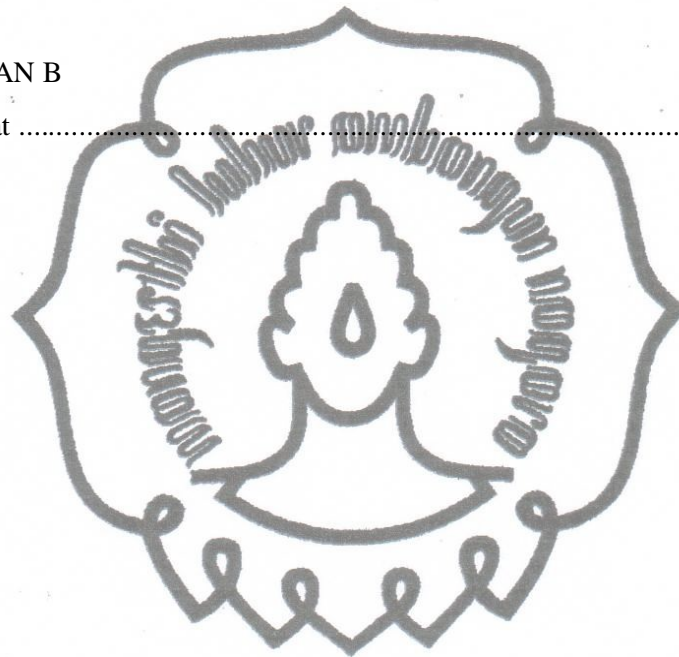
## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN A

Data Arus Lalu Lintas Hasil Survei .....	A1
Rekapitulasi Pencacahan Arus Lalu Lintas .....	A13
Diagram Waktu Siklus Simpang Bersinyal .....	A25

### LAMPIRAN B

Surat-surat .....	B1
-------------------	----



## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

$a$	=	Konstanta (nilai <i>intercept</i> )
$b$	=	slope (koefisien kecondongan garis)
$c$	=	Waktu siklus yang disesuaikan (detik)
$c_{ua}$	=	Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)
$C$	=	Kapasitas ( smp/jam )
$DS$	=	Derajat kejenuhan (tanpa satuan)
$emp$	=	ekivalen mobil penumpang
$F$	=	Konsumsi bahan bakar (liter/smp.jam)
$F_{CS}$	=	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
$F_G$	=	Faktor penyesuaian untuk kelandaian
$F_{LT}$	=	Faktor penyesuaian belok kiri
$F_P$	=	Faktor penyesuaian parkir
$F_{RT}$	=	Faktor penyesuaian belok kanan
$FR_{crit}$	=	Rasio arus tertinggi
$F_{SF}$	=	Faktor penyesuaian hambatan samping
$g$	=	Waktu hijau
$GR$	=	Rasio hijau
$HV$	=	Kendaraan Berat
$IFR$	=	Rasio arus simpang
$LT$	=	Indeks lalu lintas belok kiri
$LTOR$	=	Indeks lalu lintas belok kiri langsung
$LTI$	=	Waktu hilang per siklus
$Lp$	=	Jarak antara garis henti ke kendaraan parkir
$LV$	=	Kendaraan Ringan
$MC$	=	Sepeda Motor
$N_{SV}$	=	Jumlah kendaraan henti
$NS_{TOT}$	=	Angka henti
$NQ_1$	=	Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
$NQ_2$	=	Jumlah smp yang datang selama fase merah
$NQ_{MAX}$	=	Jumlah antrian maksimum (smp)

*commit to user*

O	=	Tipe Pendekat terlawan
P	=	Tipe pendekat terlindung
P <sub>LT</sub>	=	Rasio belok kiri
P <sub>LTOR</sub>	=	Rasio belok kiri langsung
P <sub>OL</sub>	=	Peluang pembebanan lebih (%)
P <sub>RT</sub>	=	Rasio belok kanan
PR	=	Rasio fase
P <sub>UM</sub>	=	Rasio kendaraan tak bermotor
Q	=	Arus lalu lintas ( smp/jam )
QL	=	Panjang antrian (m)
Q <sub>LTOR</sub>	=	Arus kendaraan belok kiri langsung (smp/jam)
Q <sub>MASUK</sub>	=	Arus kendaraan masuk (smp/jam)
Q <sub>MV</sub>	=	Arus kendaraan bermotor (smp/jam)
Q <sub>RT</sub>	=	Arus kendaraan belok kanan (smp/jam)
Q <sub>UM</sub>	=	Arus kendaraan tak bermotor
RT	=	Indeks lalu lintas belok kanan
S	=	Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)
smp	=	Satuan mobil penumpang
ST	=	Indeks lalu lintas gerakan lurus
So	=	Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)
UM	=	Kendaraan tak bermotor
V	=	Kecepatan (km/jam)
W <sub>A</sub>	=	Lebar pendekat (meter)
We	=	Lebar pendekat efektif (meter)
W <sub>KELUAR</sub>	=	Lebar pendekat keluar (meter)
W <sub>MASUK</sub>	=	Lebar pendekat masuk (meter)
X	=	Kinerja simpang bersinyal (variabel bebas)
Y	=	Konsumsi Bahan Bakar (variabel tidak bebas)
∑	=	Total penjumlahan



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Transportasi memegang peranan penting untuk memperlancar pembangunan perekonomian. Seluruh kegiatan perekonomian sangat berkaitan erat dengan kegiatan transportasi. Transportasi terjadi karena adanya perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan manusia atau barang tersebut berupa arus lalu lintas yang melalui suatu prasarana transportasi, baik darat, air, maupun udara. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang semakin dibutuhkan seiring perkembangan kegiatan transportasi.

Meningkatnya jumlah ruas jalan pada bidang horisontal yang sama memungkinkan terjadinya pertemuan sebidang atau membentuk suatu persimpangan. Keberadaan persimpangan tidak dapat dihindari pada sistem transportasi perkotaan. Adanya persimpangan tersebut akan menyebabkan terjadinya konflik yang menimbulkan beberapa permasalahan lalu lintas seperti kemacetan. Keberadaan persimpangan harus dikelola sedemikian rupa untuk mengurangi ataupun menghilangkan konflik atau benturan pada persimpangan. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah mengatur pergerakan yang terjadi pada persimpangan dengan menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) berupa lampu lalu lintas (*traffic light*).

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang sedang berkembang, sehingga kota ini tidak dapat terlepas dari masalah transportasi. Peningkatan jumlah arus lalu lintas pada kapasitas jalan yang tetap mengakibatkan perlunya pengaturan jaringan jalan di Kota Surakarta. Jalan-jalan utama di Kota Surakarta, sebagai contoh jalan arteri, merupakan suatu jaringan jalan yang memiliki arus lalu lintas yang tinggi karena menghubungkan Kota Surakarta dengan kota-kota sekitar. Hal ini mengakibatkan simpang-simpang yang ada pada jalan arteri menjadi cukup

*commit to user*

rawan kemacetan baik pada pagi, siang, maupun sore hari. Kepadatan arus lalu lintas dan antrian kendaraan yang cukup panjang terlihat jelas pada beberapa simpang bersinyal yang berada di jalan arteri Kota Surakarta, seperti simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gemblegan sehingga menyebabkan waktu yang diperlukan untuk melalui simpang-simpang tersebut semakin lama.

Penggunaan kendaraan bermotor telah menjadi bagian penting dalam kehidupan masyarakat Kota Surakarta, baik sebagai alat mobilitas maupun sebagai tolok ukur tingkat ekonomi seseorang. Hal ini terlihat dari semakin tingginya tingkat motorisasi penduduk Kota Surakarta dari tahun ke tahun. Penggunaan kendaraan pribadi di Kota Surakarta lebih menonjol dibandingkan dengan kendaraan umum. Hal ini disebabkan kendaraan pribadi biasanya memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik dibandingkan dengan kendaraan umum yang ada di Kota Surakarta.

Kendaraan bermotor dapat bergerak dengan adanya energi ataupun bahan bakar yang biasa disebut bahan bakar minyak (BBM). BBM merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat terbatas, sehingga ketersediaan BBM akan semakin langka seiring meningkatnya kebutuhan energi terutama di bidang transportasi. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari waktu ke waktu akan menambah kemacetan lalu-lintas baik pada ruas maupun simpang. Hal ini dapat menyebabkan semakin meningkatnya konsumsi BBM untuk energi kendaraan bermotor.

Konsumsi BBM dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, hal ini terjadi akibat semakin meningkatnya pula kegiatan transportasi. Dari data Dirjen Perhubungan Darat disebutkan bahwa pada tahun 2004 konsumsi BBM terbesar di Indonesia terjadi pada sektor Transportasi Darat yaitu mencapai 29,235 ribu kiloliter atau 48 persen dari konsumsi BBM di Indonesia. Hal ini terjadi akibat meningkatnya jumlah kendaraan pribadi, sebesar 17,21 persen per tahun nya. Jika fenomena peningkatan konsumsi BBM ini terus berlangsung maka tidak mustahil akan terjadi krisis energi di negara Indonesia. (Iskandar, 2002).

Konsumsi BBM yang terbuang di simpang bersinyal pada saat kendaraan diam (*idle*) sangat dipengaruhi oleh lama tundaan pada simpang bersinyal. Pada penelitian ini mencoba meneliti tentang ***Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar di Kota Surakarta***. Studi ini diharapkan mampu memberikan masukan berupa jumlah energi bahan bakar minyak yang dikeluarkan kendaraan bermotor pada simpang bersinyal dan hubungan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan dengan konsumsi bahan bakar.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kinerja simpang bersinyal di Kota Surakarta?
- b. Berapakah konsumsi bahan bakar yang terbuang pada simpang bersinyal di Kota Surakarta?
- c. Bagaimana hubungan kinerja simpang berupa tundaan dengan konsumsi bahan bakar pada simpang bersinyal di Kota Surakarta?

## **1.3. Batasan Masalah**

Dengan mempertimbangkan luasnya faktor yang mempengaruhi dalam penelitian ini dan dengan keterbatasan yang ada pada penulis, maka pada penelitian ini digunakan batasan – batasan masalah sebagai berikut :

- a. Lokasi penelitian pada tiga simpang bersinyal di Kota Surakarta yang terdapat pada jalan-jalan utama dan memiliki arus yang cukup padat, yaitu Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan.
- b. Penelitian dilakukan pada jam – jam sibuk tanggal 16,17, dan 19 Juli 2012.
- c. Kendaraan yang diamati adalah kendaraan ringan, bus kota, sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor.
- d. Kinerja simpang bersinyal di Kota Surakarta dihitung dengan petunjuk Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

- e. Konsumsi BBM yang terjadi dihitung dengan persamaan yang digunakan dari LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, berdasarkan lama tundaan (saat diam atau *idle*).
- f. Penelitian ini membahas tentang hubungan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan terhadap konsumsi bahan bakar.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini nantinya akan menjawab pertanyaan dari perumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menganalisa kinerja simpang bersinyal di Kota Surakarta.
- b. Menghitung konsumsi bahan bakar yang terbuang pada simpang bersinyal di Kota Surakarta.
- c. Menganalisa hubungan konsumsi BBM dan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan di Kota Surakarta.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Menambah pengetahuan dalam analisis kinerja simpang bersinyal di Kota Surakarta.
- b. Mengetahui besarnya bahan bakar minyak yang terbuang pada simpang bersinyal di Kota Surakarta.
- c. Memberikan informasi dan bahan masukan kepada instansi terkait yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan untuk mengadakan evaluasi atau perbaikan terhadap kondisi saat ini.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Simpang merupakan pertemuan dari ruas-ruas jalan yang fungsinya untuk melakukan perubahan arah arus lalu lintas. Simpang dapat bervariasi dari simpang sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai simpang kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Simpang sebagai bagian dari suatu jaringan jalan merupakan daerah yang kritis dalam melayani arus lalu lintas. ( Titi Liliani. S, 2002 )

Suatu simpang akan melayani arus lalu lintas tertentu. Dengan demikian, akan terdapat suatu nilai jumlah arus/volume maksimal yang dapat dilayani. Nilai ini disebut kapasitas. Menurut MKJI (1997), kapasitas (C) adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat ditampung pada kondisi lalu lintas, kondisi lingkungan, dan kondisi sinyal yang tersedia.

Beberapa penelitian untuk mengetahui kinerja suatu simpang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, baik di simpang bersinyal maupun simpang tidak bersinyal. Yulita Novia Rahmi (2010) melakukan penelitian tentang evaluasi kinerja dan manajemen pada simpang kartasura. Hasilnya kinerja dan manajemen pada simpang Kartasura kurang efisien ,jika dilihat dari nilai derajat kejenuhan (DS) yang melebihi angka yang diijinkan yaitu 0,85. Derajat kejenuhan terbesar

*commit to user*

terjadi pada semua pendekatan pada jam puncak pagi dan siang, dimana pada arus jenuh MKJI 1997 didapatkan 1,19 yang berarti telah melewati DS yang disyaratkan MKJI 1997 ( $<0,85$ ).

Karminto (2010) dalam jurnal teknologi melakukan analisa kapasitas dan kinerja simpang empat bersinyal (studi kasus Simpang Empat Air Hitam samarinda). Perhitungan penelitian menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Berdasarkan hasil analisis perhitungan lalu lintas pada Simpang Empat Air Hitam pada jam-jam sibuk, didapat perbedaan antara waktu siklus sinyal terpuncak di lapangan selama 171 detik sedangkan waktu siklus terpuncak sesuai perhitungan selama 120 detik. Nilai Derajat Kejenuhan (DS) rata-rata 0,86, yang disyaratkan 0,85, nilai kendaraan terhenti rata-rata pada simpang = 0,75 stop/smp dengan panjang antrian terpanjang saat jam-jam puncak yaitu 124 meter dan nilai tundaan simpang rata-rata saat jam-jam puncak yaitu = 45,32 (det/smp), kondisi demikian menunjukkan bahwa tingkat pelayanan di persimpangan tersebut saat jam-jam puncak yaitu tingkat E dengan nilai (40.1 – 60.0). Maka kondisi simpang saat ini pada jam-jam sibuk berada pada kondisi yang jelek.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Yudha Wijayanto (2009) tentang hubungan kecepatan dan konsumsi bahan bakar pada ruas Jalan Brigjen Sudiarto Kota Semarang. Hasilnya konsumsi BBM dengan menggunakan persamaan konsumsi BBM yang telah dikalibrasi didapat tingkat konsumsi BBM rata-rata berbanding terbalik dengan kecepatan kendaraan, artinya konsumsi BBM-nya turun dengan naiknya kecepatan kendaraan, kecuali pada penggal III hari rabu arah menuju kota pada jam 11.00-12.00 Wib tingkat konsumsi BBM-nya berbanding lurus dengan kecepatannya karena pada jam analisis tersebut tingkat kecepatan sudah melebihi titik puncak/balik.

Eko Nugroho Julianto (2007) melakukan penelitian dengan hasil bahwa kebutuhan bahan bakar minyak untuk menempuh ruas jalan Brigjen Katamso yang terletak diantara Simpang Milo dan Simpang Bangkong dari arah timur ke barat maupun dari barat ke timur pada kondisi awal memerlukan bahan bakar minyak sebesar yaitu 0,533 liter/smp pada tundaan total sebesar 1298,92

detik/smp. Sedangkan untuk waktu puncak pagi pada kondisi terbangun dengan memerlukan bahan bakar minyak sebanyak 0,078 liter/smp pada tundaan total sebesar 128,28 detik/smp untuk arah timur ke barat. Kebutuhan bahan bakar minyak pada waktu puncak siang untuk arah gerakan dari timur ke barat maupun dari arah barat ke timur dengan total tundaan yang terjadi sebesar 194,35 detik/smp adalah sebesar 0,104 liter/smp untuk waktu puncak siang dan total tundaan 186,49 detik/smp adalah sebesar 0,101 liter/smp untuk waktu puncak sore.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis hubungan kinerja simpang bersinyal terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan. Simpang bersinyal yang akan dianalisis adalah Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gembengan. Pemilihan simpang-simpang tersebut karena terletak pada jaringan jalan arteri dan kolektor yang memiliki arus lalu-lintas yang padat dan secara visual mempunyai antrian cukup panjang.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Ukuran Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan MKJI 1997

#### 1. Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (Ahmad Munawar,2004). Menurut MKJI 1997, perhitungan kapasitas dapat dibuat dengan pemisahan jalur tiap pendekat, pada satu lengan dapat terdiri dari satu atau lebih pendekat, misal dibagi menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini diterapkan jika gerakan belok kanan mempunyai fase berbeda dari lalulintas yang lurus atau dapat juga dengan merubah fisik jalan yaitu dengan membagi pendekat dengan pulau lalulintas (*canalization*). Kapasitas suatu pendekat simpang bersinyal dihitung dengan rumus:

$$C = S \times g / c \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

$C$  = kapasitas pendekat (smp/jam)

$S$  = arus jenuh (smp/jam hijau)

$g$  = waktu hijau (detik)

$c$  = waktu siklus

Arus jenuh ( $S$ ) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) untuk standard, dengan faktor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya. Arus jenuh diformulasikan sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar  $S_0$  ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan ( $We$ ) yang diformulasikan seperti berikut ini :

$$S_0 = 600 \times We \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan :

$S_0$  = Arus jenuh dasar

$We$  = Lebar lengan simpang (m)

$F_{CS}$  = Faktor koreksi Ukuran kota

$F_{SF}$  = Faktor koreksi hambatan samping

$F_G$  = Faktor koreksi gradien jalan

$F_P$  = Faktor koreksi kondisi parkir

$F_{RT}$  = Faktor koreksi proporsi belok kanan

$F_{LT}$  = Faktor koreksi proporsi belok kiri

Waktu siklus yang disesuaikan ( $c$ ) berasal dari pembulatan waktu hijau ( $g$ ) yang diperoleh dan waktu hilang ( $LTI$ ).

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots(2.4)$$

Waktu hijau adalah fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan. (MKJI 1997). Waktu hijau lebih berpengaruh pada kinerja simpang dibanding dengan waktu siklus, walaupun memberikan akibat yang sama. Waktu hijau untuk masing-masing fase dihitung dengan:

$$g = (cua - LTI) \times PR \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

$g$  = waktu hijau

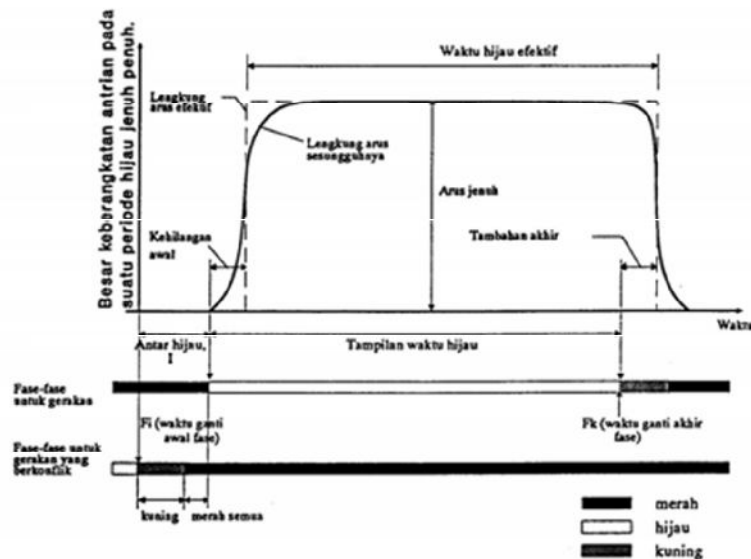
$cua$  = waktu siklus sebelum penyesuaian

$PR$  = rasio fase



Dalam rekayasa lalu lintas selain waktu hijau ada juga istilah lain yaitu waktu hijau efektif. Waktu hijau efektif merupakan waktu saat tampilan hijau dimana arus mulai berangkat sampai kendaraan terakhir dalam arus itu dapat lewat. Pada saat lampu hijau mulai menyala kendaraan perlu waktu persiapan untuk berangkat sehingga ada waktu yang hilang, sedangkan pada saat lampu hijau berakhir maka kendaraan tidak dapat langsung berhenti sehingga pada waktu lampu hijau berakhir maka masih ada kendaraan yang melintas. Jadi besarnya waktu hijau efektif yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar arus jenuh  $S$  yang dirumuskan sebagai:

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{Waktu hilang awal} + \text{Waktu Tambahan akhir} \dots\dots\dots(2.6)$$



Sumber: MKJI 1997 hal 2-12

Gambar 2.1. Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Akcelik 1989)

**2. Derajat Kejenuhan (DS)**

Nilai derajat kejenuhan dapat menunjukkan kinerja simpang. Derajat kejenuhan adalah nilai perbandingan antara jumlah arus lalu lintas ( $Q$ ) dengan kapasitas ( $c$ ).

Dihitung dengan rumus:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(2.7)$$

### 3. Panjang Antrian

Antrian yang terjadi pada suatu pendekat adalah penjumlahan dari jumlah antrian selama fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) dengan antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ). Dengan rumus:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian ( $NQ_1$ ) yang merupakan sisa dari fase terdahulu yang dihitung dengan rumus berikut.

- Untuk  $DS > 0,5$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{3600} \right] \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan :

$NQ_1$  = jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya;

$DS$  = derajat kejenuhan

$GR$  = rasio hijau (g/c)

$C$  = kapasitas (smp/jam).

- Untuk  $DS < 0,5$  ;  $NQ_1 = 0$

Jumlah antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ) dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \frac{C}{DS} \times \frac{C}{3600} \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan :

$NQ_2$  = jumlah smp yang datang selama fase merah;

$DS$  = derajat kejenuhan

$GR$  = rasio hijau (g/c);

$C$  = waktu siklus (detik);

$Q$  = arus lalulintas pada tempat di luar LTOR (smp/jam)

Panjang antrian ( $QL$ ) adalah panjang antrian kendaraan yang berhenti selama sinyal merah. Dihitung berdasarkan rumus:

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Nilai  $20 \text{ m}^2$  adalah luas rata-rata yang dipergunakan per smp.

Untuk nilai  $NQ_{MAX}$  dapat dicari berdasarkan grafik Peluang Pembebanan Lebih (POL). Untuk perencanaan dan perancangan disarankan nilai POL  $\leq 5\%$ , sedangkan untuk operasi nilai POL=5%-10%

**4. Tundaan**

a. Perhitungan Tundaan lalu-lintas rata-rata (DT)

Perhitungan untuk setiap pendekat tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut :

$$DT = c \times \left( \frac{0, ( \dots 3600}{DS} + \dots \right) \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan :

- DT = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)
- c = waktu siklus yang disesuaikan (det)
- GR = rasio hijau (g/c)
- DS = derajat kejenuhan
- NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- C = kapasitas (smp/jam)

b. Perhitungan tundaan geometri rata-rata (DG)

Untuk masing-masing pendekat tundaan geometri (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times P_r \times 6 + ( P_{sv} \times 4) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

- DG<sub>j</sub> = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
- P<sub>sv</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS, 1)
- P<sub>r</sub> = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

c. Perhitungan tundaan total ( detik )

Perhitungan tundaan total diperoleh dengan mengalikan kedua tundaan rata-rata dengan arus lalu-lintas ( Q ).

- d. Perhitungan tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (  $D_I$ ) dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total  $Q_{TOT}$  dalam smp/jam.

$$D_I = \frac{\sum(D)}{tot} \dots\dots\dots(2.14)$$

**2.2.2. Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis moda transportasi secara umum sangat dipengaruhi oleh atribut kendaraan, atribut jalan, dan faktor regional pengoperasiannya (Watanadata et al, 1987). Model konsumsi bahan bakar dikelompokkan ke dalam 4 kategori berdasarkan proses pengumpulan data dan analisisnya (Taylor and Young, 1996), yakni: *instantaneous model*, *elemental model*, *running speed model*, dan *average travel speed model*. Model paling sederhana dan aplikatif untuk perencanaan adalah *average travel speed model*, di mana variabel model dapat diramalkan secara konsisten di sepanjang tahun tinjauan.

Secara agregat persamaan yang menggambarkan tingkat konsumsi bahan bakar ( $F$ ) per satuan jarak tertentu untuk suatu tipe kendaraan atau moda transportasi tertentu dengan pendekatan *average travel speed model* adalah sebagai berikut (Khristy and Lall, 1990):

$$F = (k_1 + k_2) \times T \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana  $k_1$  dan  $k_2$  adalah koefisien yang berkaitan dengan tipe kendaraan dan koefisien parameter jarak atau waktu perjalanan.

Terdapat beberapa penelitian pernah dilakukan untuk membentuk model konsumsi bahan bakar di Indonesia, antara lain: PCI (1979), HDM-World Bank (1987), RUCM-Bina Marga dan Hoff & Overgaard (1992), LAPI ITB (1996). LAPI-ITB mengajukan formulasi konsumsi bahan bakar sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \text{basic fuel} (1 \pm (kk + kl + kr)) \dots\dots\dots(2.16)$$

di mana :

- basic fuel* = konsumsi bahan bakar dasar dalam satuan liter/1000 km
- kk* = koreksi akibat kelandaian
- kl* = koreksi akibat kondisi lalu lintas, dan  
*commit to user*

$kr$  = koreksi akibat kekasaran jalan (*roughness*).

*Basic fuel* untuk setiap golongan kendaraan sebagai berikut:

$$\text{basic fuel Kendaraan Gol. I} = 0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68 \dots\dots\dots(2.17a)$$

$$\text{basic fuel Kendaraan Gol. IIA} = 2.26533 * \text{Basic fuel Gol. I} \dots\dots\dots(2.17b)$$

$$\text{basic fuel Kendaraan Gol. IIB} = 2.90805 * \text{Basic fuel Gol. I} \dots\dots\dots(2.17c)$$

dimana,

Kendaraan golongan I = sedan, jeep, pick up, bus kecil, truk (3/4), dan bus sedang,

kendaraan golongan IIA = truk besar dan bus besar, dengan 2 gandar, sedangkan

kendaraan golongan IIB = truk besar dan bus besar dengan 3 gandar atau lebih.

$V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Faktor koreksi untuk setiap variabel pada **persamaan (2.17)** diberikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Faktor Koreksi	Keterangan	Batasan Kondisi	Koreksi
Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$g$ = kelandaian ( <i>gradient</i> )	$g < -5\%$	- 0,337
		$-5\% < g < 0\%$	- 0,158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$g$ = kelandaian ( <i>gradient</i> )	$0\% < g < 5\%$	0,400
		$g > 5\%$	0,820
Koreksi Lalu Lintas (kl)	$v/c$ = <i>volume per capacity ratio</i>	$0 < v/c < 0,6$	0,050
		$0,6 < v/c < 0,8$	0,185
		$v/c > 0,8$	0,253
Koreksi Kekasaran (kr)	$r$ = <i>roughness</i>	$r < 3$ m/km	0,035
		$r > 3$ m/km	0,085

Sumber: LAPI-ITB (1996)

Muhamad Isnaeni (2003) meneliti indikator lalu lintas dari sisi lingkungan yaitu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang didalam penelitian tersebut menghitung konsumsi bahan bakar dengan menggunakan formulasi konsumsi

*commit to user*

bahan bakar yang diajukan oleh LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, sehingga konsumsi bahan bakar dapat diestimasi dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} F_1 &= A + BV + CV^2 \\ F_2 &= EV^2 \\ F_3 &= D \end{aligned} \dots\dots\dots(2.18)$$

dengan :

$F_1$  = Konsumsi BBM pada kecepatan konstan (liter/100 smp-km)

$F_2$  = Konsumsi BBM pada saat akselerasi/deselerasi (liter/smp)

$F_3$  = Konsumsi BBM pada saat *idle* (liter/smp-jam)

$V$  = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$A = 170.10^{-1} \quad B = -455.10^{-3} \quad C = 490.10^{-5} \quad D = 140.10^{-2} \quad E = 770.10^{-8}$$

Total konsumsi BBM pada simpang bersinyal menggunakan persamaan  $F_3$  = konsumsi BBM pada saat *idle* (diam), berdasarkan lama tundaan pada simpang.

### 2.2.3. Analisis Regresi

Regresi dan korelasi mempunyai hubungan yang sangat erat. Setiap regresi pasti ada korelasinya, tetapi korelasi belum tentu dilanjutkan dengan regresi. Korelasi yang tidak dilanjutkan dengan regresi adalah korelasi antara dua variabel yang tidak mempunyai hubungan kausal/sebab akibat, atau hubungan fungsional. Analisis regresi dilakukan bila hubungan dua variabel berupa hubungan kausal atau fungsional.

Analisis regresi digunakan bila kita ingin mengetahui bagaimana variabel dependen/terikat dapat diprediksikan melalui variabel independen/bebas secara individual. Dampak dari penggunaan regresi dapat digunakan untuk memutuskan apakah naik dan menurunnya variabel dependen dapat dilakukan melalui menaikkan dan menurunkan variabel independen, atau untuk meningkatkan keadaan variabel dependen dapat dilakukan dengan meningkatkan variabel independen dan sebaliknya.

Analisis regresi linier adalah metoda statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Model analisis linier dapat memodelkan hubungan antara dua peubah atau lebih. Pada

*commit to user*

model ini terdapat peubah tidak bebas (Y) yang mempunyai hubungan fungsional dengan satu atau lebih peubah ( $X_i$ ).

### Persamaan Regresi Linear Sederhana

Persamaan regresi linear sederhana digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua variabel, yaitu variabel bebas (X) dan variabel tidak bebas (Y).

Bentuk umum persamaan regresi linear sederhana adalah :

$$Y = a + bX \dots \dots \dots (2.19)$$

(Djarwanto Ps,1994)

Dimana : Y = nilai variabel tidak bebas  
 X = nilai variabel bebas  
 a = konstanta (nilai *intercept*)  
 b = slope (koefisien kecondongan garis)

Untuk mencari nilai-nilai a dan b, digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y \sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots \dots \dots (2.20)$$

(Djarwanto Ps,1994)

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots \dots \dots (2.21)$$

(Djarwanto Ps,1994)

Dimana : Y = nilai variabel tidak bebas sesungguhnya  
 Y' = nilai estimasi variabel tidak bebas  
 X = nilai variabel bebas  
 a = konstanta (nilai *intercept*)  
 b = slope (koefisien kecondongan garis)  
 n = jumlah data

#### 2.2.4. Analisis Korelasi

Analisis korelasi adalah salah satu teknik statistik yang dapat digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel atau lebih yang sifatnya kuantitatif. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada variabel yang satu akan diikuti perubahan pada variabel yang lain secara teratur, dengan arah yang sama

atau dapat pula dengan arah yang berlawanan. Bila dua variabel tersebut dinyatakan sebagai variabel bebas (X) dan variabel tidak bebas (Y), maka apabila variabel bebas (X) berubah, variabel tidak bebas (Y) pun berubah dan sebaliknya.

### 2.2.5. Koefisien Determinasi dan Koefisien Korelasi

Koefisien determinasi merupakan salah satu teknik statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan pengaruh antara variabel tidak bebas (Y) dengan satu atau beberapa variabel bebas (X). Nilai koefisien determinasi menunjukkan persentase variasi nilai variabel tidak bebas yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi yang dihasilkan. Misal, nilai  $R^2$  pada suatu persamaan regresi yang menunjukkan hubungan pengaruh variabel Y (sebagai variabel tidak bebas) dan variabel X (sebagai variabel bebas) dari hasil perhitungan tertentu adalah 0,85. Ini berarti bahwa variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi tersebut adalah 85%. Sisanya 15% menjelaskan bahwa variasi variabel Y dipengaruhi oleh variabel lain yang berada di luar persamaan (model) yang diperoleh.

Besaran  $R^2$  berkisar antara 0 dan 1, secara umum berlaku  $0 \leq R^2 \leq 1$ . Makin dekat dengan  $R^2$  dengan 1 makin baik kecocokan data dengan model, sebaliknya makin dekat dengan 0 makin jelek kecocokan data dengan model.

Rumus umum koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk persamaan regresi linear sederhana adalah :

$$R^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 - \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

(Djarwanto Ps,1994)

Dimana :  $R^2$  = nilai koefisien determinasi  
 $Y_i$  = nilai variabel tidak bebas sesungguhnya  
 $\hat{Y}_i$  = nilai estimasi variabel tidak bebas  
 $\bar{Y}$  = nilai rata-rata variabel tidak bebas sesungguhnya

Koefisien korelasi merupakan ukuran kedua yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana keeratan hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain, baik antara variabel tidak bebas (Y) dengan masing-masing variabel bebas



( $X_1, X_2, X_3, \dots$ ) maupun antara variabel bebas ( $X_1$  dengan  $X_2$ ,  $X_1$  dengan  $X_3$ , dan seterusnya).

Besarnya koefisien korelasi ( $r$ ) antara dua macam variabel adalah nol sampai dengan 1. Apabila dua buah variabel memiliki nilai  $r = 0$ , berarti antara dua variabel tersebut tidak ada hubungan. Sedangkan apabila dua buah variabel memiliki nilai  $r = 1$ , maka dua buah variabel tersebut mempunyai hubungan yang sempurna.

Koefisien korelasi dapat juga digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara dua buah variabel. Tanda (+ dan -) yang terdapat pada koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan antara dua variabel. Tanda minus (-) pada nilai koefisien korelasi ( $r$ ) menunjukkan hubungan yang berlawanan arah. Artinya, apabila nilai variabel yang satu naik, maka nilai variabel lain turun. Sedangkan untuk tanda plus (+) pada nilai koefisien korelasi ( $r$ ) menunjukkan hubungan yang searah. Artinya, apabila nilai variabel yang satu naik, maka nilai variabel lain juga.

Rumus umum koefisien korelasi ( $r$ ) untuk persamaan regresi linear sederhana adalah :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \dots\dots\dots(2.23)$$

(Djarwanto Ps,1994)

Dimana :  $r$  = nilai koefisien antara X dan Y  
 $n$  = jumlah data

Untuk mengetahui apakah koefisien korelasi signifikan secara statistik atau tidak dapat di uji melalui Tabel r-teoritik dengan jumlah data (N) dan tingkat signifikan 1% atau 5% ( $r_{\text{teoritik}} = r_{(\alpha, N)}$ ).

Hipotesis yang digunakan adalah :

- $H_0 : r = 0$ , hal ini berarti bahwa koefisien korelasi tidak signifikan.
- $H_A : r \neq 0$ , hali ini berarti bahwa koefisien korelasi signifikan.

## 1. Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan dalam pengujian nilai koefisien korelasi dilakukan dengan :

- Membandingkan nilai  $r_{hitung}$  dengan  $r_{teoritik}$  pada tingkat signifikansi 1% atau 5% dengan jumlah data (N).
  - Jika nilai  $r_{hitung} < r_{teoritik}$  maka keputusannya adalah menerima hipotesis nol ( $H_0$ ), dalam arti koefisien korelasi tidak signifikan secara statistik.
  - Jika nilai nilai  $r_{hitung} > r_{teoritik}$  maka keputusannya adalah menolak hipotesis nol ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif, dalam arti koefisien korelasi signifikan secara statistik.

## 2. Kriteria Guilford

Untuk dapat memberikan penafsiran (keeratn hubungan) terhadap koefisien korelasi yang telah dihitung dapat digunakan kriteria *Guilford* (1987) sebagai berikut :

- |    |             |   |          |                                   |
|----|-------------|---|----------|-----------------------------------|
| 1. | $\geq 0,00$ | → | $< 0,20$ | → Sangat kecil dan bisa diabaikan |
| 2. | $\geq 0,20$ | → | $< 0,40$ | → Kecil (tidak erat)              |
| 3. | $\geq 0,40$ | → | $< 0,70$ | → Moderat (sedang)                |
| 4. | $\geq 0,70$ | → | $< 0,90$ | → Erat                            |
| 5. | $\geq 0,90$ | → | $< 1,00$ | → Sangat Erat                     |

### 2.2.6. Uji Signifikansi (Uji-t)

Uji signifikansi (uji-t) merupakan pengujian terhadap koefisien regresi secara individu (parsial) yang dilakukan untuk mengetahui apakah variabel bebas (X) berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y).

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam pengujian ini adalah :

- Perumusan hipotesis
  - $H_0 : \beta = 0$ , hal ini berarti bahwa variabel bebas (X) tidak berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y) atau koefisien regresi tidak signifikan.
  - $H_A : \beta \neq 0$ , hal ini berarti bahwa variabel bebas (X) tidak berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y) atau koefisien regresi signifikan.

- Penentuan nilai  $t_{hitung}$

Uji signifikansi (uji-t) pada regresi linear sederhana dirumuskan dalam bentuk:

$$t = \frac{b}{S_b}$$

(Sudjana, 1996)

Dimana :  $t = t_{hitung}$

$b$  = koefisien regresi yang didapatkan dari beberapa (i) variabel

$S$  = kesalahan standar (*standart error*) koefisien regresi  $b$

$S$  adalah kesalahan standar (*standart error*) koefisien regresi  $b$  yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \frac{S_{e_i}}{\sqrt{\sum x_i^2 (1-R_i^2)}} \dots\dots\dots(2.25)$$

(Sudjana, 1996)

Dimana :  $x_i = X_i - \bar{X}_i$

$R_i$  = koefisien determinasi dari beberapa variabel (i) yang telah diketahui

$S_{e_i}$  = kesalahan standar estimasi

$S_{e_i}$  adalah kesalahan standar estimasi yang dapat ditentukan dengan rumuas :

$$S_{e_i} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{N - k}} \dots\dots\dots(2.26)$$

(Sudjana, 1996)

Dimana :  $Y_i$  = nilai variabel tidak bebas sesungguhnya

$\hat{Y}_i$  = nilai estimasi variabel tidak bebas

$N$  = jumlah data

$k$  = jumlah variabel bebas

Selanjutnya mencari  $t_{tabel(\alpha/2; dk)}$  menggunakan tabel distribusi t dengan derajat kebebasan ( $dk = N - k - 1$ ) untuk regresi linear sederhana.

- Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan dalam uji signifikansi (uji-t) dilakukan dengan :

- Membandingkan nilai  $t_{hitung}$  dan  $t_{tabel}$  pada tingkat signifikansi 1% atau 5% dengan derajat kebebasan  $(dk) = (N-k-1)$ 
  - ✓ Jika nilai  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka keputusannya adalah menerima hipotesis nol ( $H_0$ ), dalam arti koefisien regresi tidak signifikan secara statistik.
  - ✓ Jika nilai nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka keputusannya adalah menolak hipotesis nol ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif, dalam arti koefisien regresi signifikan secara statistik.

### 2.2.7. Uji Simultan (Uji-F)

Uji simultan (uji-F) merupakan pengujian terhadap pengaruh variabel bebas yang dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel bebas (X) secara bersama-sama (simultan) berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y).

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam pengujian ini adalah :

- Perumusan hipotesis
  - $H_0$  : variasi perubahan nilai variabel bebas (X) tidak dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel tidak bebas (Y) atau variabel bebas (X) secara bersama-sama tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel tidak bebas (Y).
  - $H_A$  : variasi perubahan nilai variabel bebas (X) dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel tidak bebas (Y) atau variabel bebas (X) secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap variabel tidak bebas (Y).

- Penentuan nilai  $F_{hitung}$

Uji simultan (uji-F) pada regresi linear sederhana dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F = \frac{R^2/k}{1-R^2 \quad N-k-1} \dots\dots\dots(2.27)$$

(Sudjana, 1996)

Dimana : F = nilai  $F_{hitung}$

- $R^2$  = nilai koefisien determinasi  
N = jumlah data  
k = jumlah variabel bebas

Selanjutnya mencari  $F_{tabel(\alpha,k,dk)}$  menggunakan tabel distribusi F dengan jumlah variabel bebas (k) dan derajat kebebasan (dk) = (N-k-1) untuk regresi linear sederhana.

- Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan dalam uji simultan (uji-F) dilakukan dengan :

- Membandingkan nilai  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$  pada tingkat signifikansi 1% atau 5% dengan jumlah variabel bebas (k) dan derajat kebebasan (dk) = (N-k-1).
  - ✓ Jika nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka keputusannya adalah menerima hipotesis nol ( $H_0$ ), dalam arti secara statistik semua variabel bebas (X) tidak berpengaruh terhadap nilai tidak variabel bebas (Y) (persamaan regresi tidak signifikan).
  - ✓ Jika nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka keputusannya adalah menolak hipotesis nol ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_A$ ), dalam arti secara statistik semua variabel bebas (X) berpengaruh terhadap nilai tidak variabel bebas (Y) (persamaan regresi signifikan).

### 2.2.8. *Statistical Product and Service Solutions (SPSS) versi 17.00*

SPSS merupakan suatu program komputer statistik yang relatif fleksibel dan dapat digunakan untuk hampir semua bentuk dan tingkatan penelitian, karena mampu menganalisis data besar dan mampu semua alat uji statistik tersedia pada program ini.

Hubungan antara proses pengolahan data dalam komputer dengan SPSS adalah sebagai berikut :

- Komputer

Komputer pada dasarnya digunakan untuk mengolah data menjadi informasi yang berarti. Data yang akan diolah dimasukkan sebagai input data, kemudian dengan proses pengolahan data oleh komputer dihasilkan output berupa informasi untuk kegunaan lebih lanjut.

*commit to user*

Pengolahan data menjadi informasi dengan komputer :

*INPUT DATA* → *PROSES KOMPUTER* → *OUTPUT DATA*

- Statistik

Statistik juga merupakan fungsi yang mirip dengan komputer, yaitu mengolah data dengan perhitungan statistik tertentu yang kemudian menjadi informasi berarti.

Cara kerja proses perhitungan dengan statistik :

*INPUT DATA* → *PROSES STATISTIK* → *OUTPUT DATA*

- SPSS

SPSS dalam proses pengolahan data nya pun memiliki kemiripan dengan kedua proses di atas, tetapi di sini ada beberapa variasi dalam penyajian input data dan output data yang dihasilkan.

*INPUT DATA* dengan *DATA EDITOR* → *PROSES* dengan *DATA EDITOR* → *OUTPUT DATA* dengan *OUTPUT VIEWER*

- *PIVOT TABLE EDITOR*
- *TEXT OUTPUT EDITOR*
- *CHART EDITOR*

Penjelasan proses statistik dengan SPSS :

1. Data yang akan diproses dimasukkan lewat menu *DATA EDITOR* yang secara otomatis muncul di layar SPSS saat diaktifkan.
2. Data yang telah dimasukkan kemudian diproses, juga melalui menu *DATA EDITOR*.
3. Hasil pengolahan data akan muncul di layar yang lain dari SPSS, yaitu *OUTPUT VIEWER*.

Pada menu *OUTPUT VIEWER*, informasi atau output statistik bisa ditampilkan secara :

- a. Teks atau tulisan

Pengerjaan (perubahan bentuk huruf, penambahan, pengurangan, dan lainnya) yang berhubungan dengan *output* berbentuk tabel bisa dilakukan lewat menu *Text Output Editor*.

- b. Tabel

Pengerjaan (*pivoting* tabel, penambahan, pengurangan tabel, dan lainnya) yang berhubungan dengan *output* berbentuk tabel dilakukan lewat menu *Pivot Table Editor*.

c. Grafik atau *chart*

Pengerjaan (perubahan tipe grafik dan lainnya) yang berhubungan dengan *output* yang berbentuk grafik dapat dilakukan lewat menu *Chart Editor*.



## BAB 3

### METODE PENELITIAN

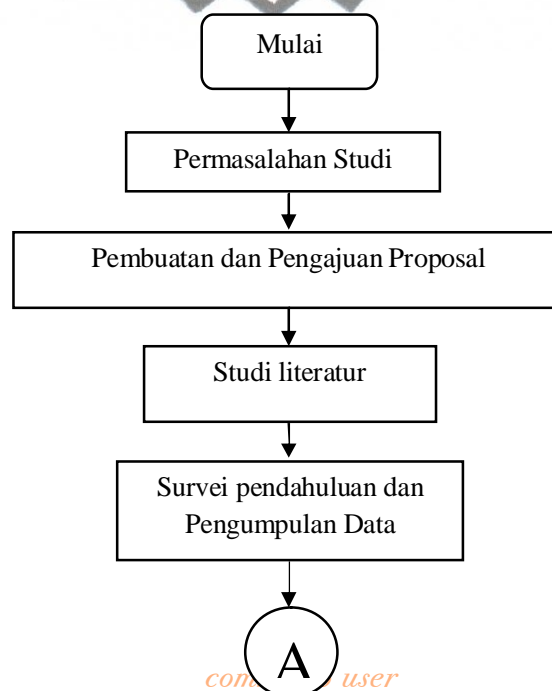
#### 3.1. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan analisis hubungan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan dan konsumsi bahan bakar pada beberapa simpang bersinyal di Surakarta, yaitu pada Simpang Panggung, Simpang Ngeplak, dan Simpang Gemblegan.

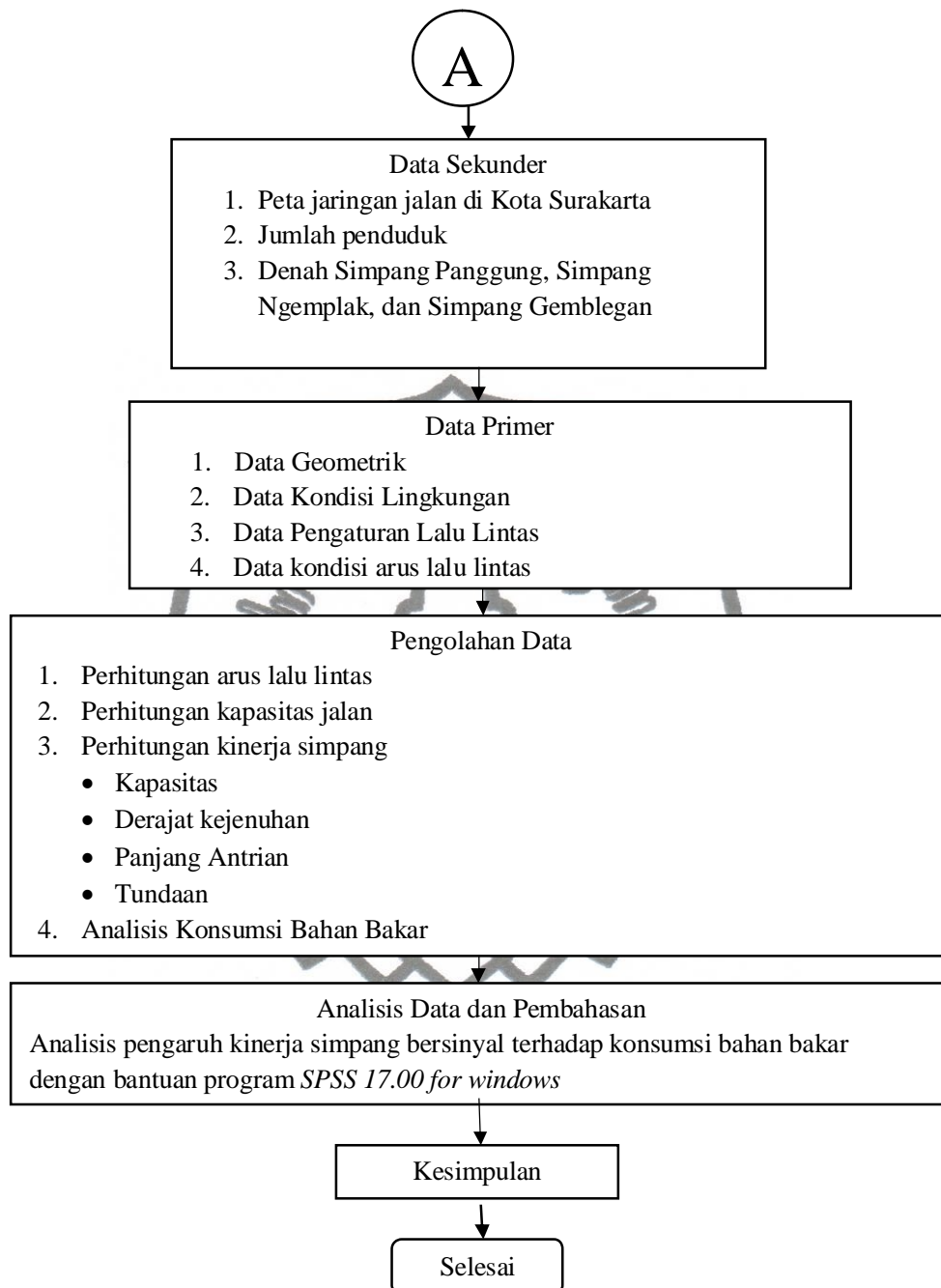
Metode dalam penelitian ini dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, menyusun data-data awal kemudian menganalisis dengan metode statistika sehingga didapatkan suatu kesimpulan atas permasalahan yang terjadi.

Pengambilan data menggunakan metode pengamatan langsung di lapangan. Analisis data dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana dengan konsumsi bahan bakar sebagai variabel tidak bebas dan kinerja simpang berupa tundaan sebagai variabel bebas.

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :







Gambar 3.1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

### 3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa simpang bersinyal di Surakarta, yaitu Simpang Panggung, Simpang Ngeplak, dan Simpang Gemblegan. Penetapan lokasi tersebut berdasarkan pengamatan secara visual di mana simpang-simpang

*commit to user*

bersinyal tersebut terletak di jalan arteri dan kolektor yang padat arus lalu lintas dan memiliki antrian yang cukup panjang. Simpang-simpang tersebut juga terletak dekat dengan fasilitas umum dan pendidikan, sehingga banyak kendaraan yang melintasi simpang-simpang tersebut.

Simpang Pangung merupakan pertemuan antara Jalan Kol. Sutarto dengan Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Brigjen Katamso. Simpang Ngemplak merupakan simpang bersinyal yang ada di Jalan Ahmad Yani yang berpotongan dengan Jalan D.I. Panjaitan. Simpang Gemblegan merupakan simpang bersinyal yang ada pada Jalan Yos Sudarso yang berpotongan dengan Jalan Veteran. Simpang Pangung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan memiliki empat lengan dengan masing-masing jalan 2 arah.

Pada lokasi Simpang Pangung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan dibagi menjadi 1 titik pengamatan pada masing-masing lengan. Titik-titik pengamatan ini digunakan untuk mengamati volume kendaraan yang melintas garis *stopline* pada saat lampu hijau menyala.

Penempatan surveyor pada lokasi penelitian berdasarkan titik-titik pengamatan yang telah ditentukan :

- Simpang Pangung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan

Pencatatan meliputi jumlah kendaraan untuk semua arah pergerakan dilakukan oleh 20 orang dengan rincian sebagai berikut :

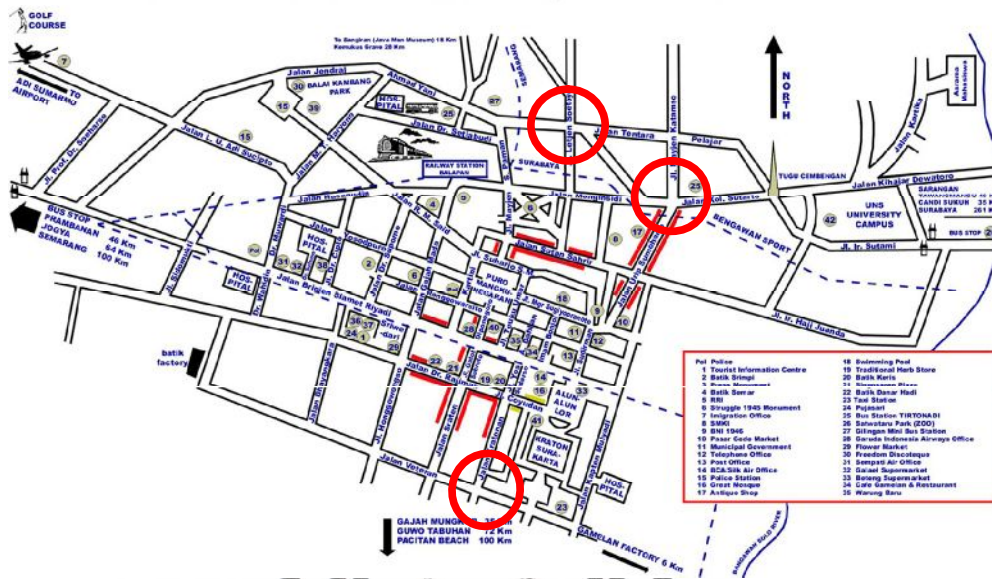
1. Lengan barat jalan utama :

- 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang bergerak lurus.
- 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang bergerak lurus.
- 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang berbelok ke kanan.
- 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang berbelok ke kanan.

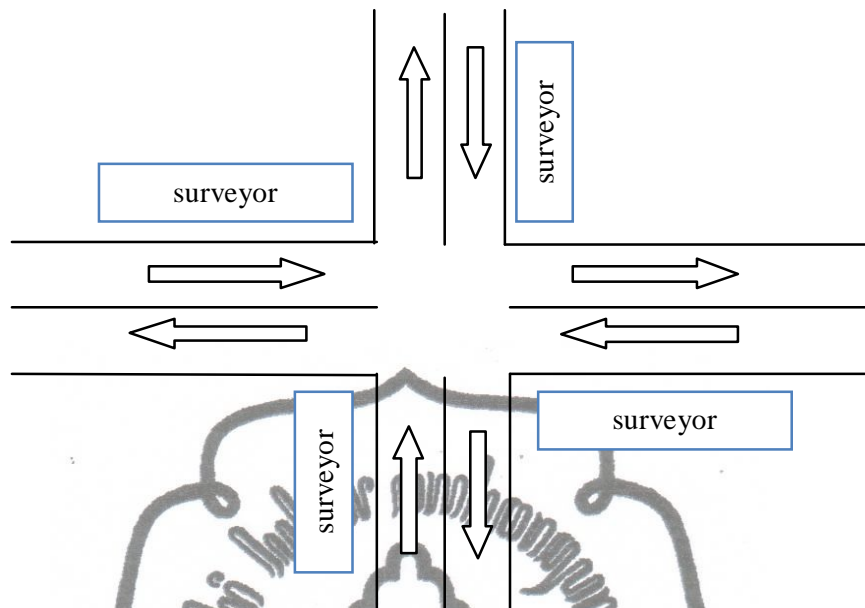
- 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan tak bermotor yang berbelok ke kiri dan sebelumnya menghitung waktu siklus tiap-tiap fase.
2. Lengan timur jalan utama :
- 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang berbelok ke kanan.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang berbelok ke kanan.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan tak bermotor yang berbelok ke kiri.
3. Lengan utara jalan minor :
- 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang berbelok ke kanan.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang berbelok ke kanan.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan tak bermotor yang berbelok ke kiri.
4. Lengan selatan jalan minor :
- 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang bergerak lurus.
  - 1 orang menghitung jumlah sepeda motor dan tak bermotor yang berbelok ke kanan.

- 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan dan berat yang berbelok ke kanan.
- 1 orang menghitung jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan tak bermotor yang berbelok ke kiri.

Peta lokasi penelitian dan penempatan surveyor dapat dilihat pada gambar 3.2. dan gambar 3.3.



Gambar 3.2. Peta lokasi penelitian



Gambar 3.3. Penempatan surveyor Simbang Panggung, Simbang Ngeplak, dan Simbang Gemblegan

### 3.3. Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data dan sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu:

#### a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan langsung di lapangan, yaitu data survei lalu lintas di lokasi penelitian yang terdiri dari :

##### 1. Data Geometrik

- Gambar tampak atas simpang: lebar pendekat, ruas jalan minor dan utama, dengan arah panah yang menunjuk utara.
- Lebar lajur, bahu, dan median.
- Tingkat hambatan samping.
- Kelandaian jalan (naik +%;turun -%)
- Jarak garis henti ke kendaraan parkir.

## 2. Data Kondisi Lingkungan

Keadaan lingkungan di sekitar simpang, yaitu komersial (COM), perumahan (RES) dan akses terbatas (RA).

## 3. Data Pengaturan Lalu Lintas

Pengaturan lalu lintas didasarkan arah pergerakannya yaitu belok kiri langsung (LTOR), belok kiri (LT), belok kanan (RT) dan lurus (ST).

## 4. Data kondisi arus lalu lintas

volume kendaraan dan arah pergerakan kendaraan. Semua gerakan kendaraan pada tiap-tiap lengan simpang dihitung dan diklasifikasikan menurut jenisnya : sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV).

## b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada dan diperoleh dari pihak lain yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu peta jaringan jalan, jumlah penduduk, dan denah lokasi penelitian. Data sekunder diperoleh dari DLLAJ, BPS Kota Surakarta, dan Bina Marga Kota Surakarta.

## 3.4. Teknik Pengumpulan Data

### 3.4.1. Data Primer

#### a. Data

Penelitian ini dilakukan secara langsung di lapangan. Data yang dikumpulkan adalah data survei geometrik, data kondisi lingkungan, data pengaturan lalu lintas dan kondisi arus lalu lintas di lokasi penelitian.

#### b. Lokasi

Lokasi penelitian pada Simpang Panggung, Simpang Ngeplak, dan Simpang Gemblegan.

#### c. Waktu Pelaksanaan Survey

Pengambilan data primer dilakukan pada hari-hari yang mewakili, yaitu tanggal 16 Juli di simpang ngeplak, 17 Juli di simpang panggung, dan 19 Juli di simpang gemblegan.

Waktu pengamatan di lapangan pada jam puncak pagi, siang, dan sore adalah :

*commit to user*

- Jam puncak pagi : 06.30 – 08.30
- Jam puncak siang : 11.30 – 13.30
- Jam puncak sore : 15.30 – 17.30

d. Peralatan Survey

1. Formulir data.
2. Alat tulis.
3. Meteran pengukur.
4. Hand counter dan pengukur waktu/Stop Watch.

### 3.4.2. Data Sekunder

a. Data

Data sekunder diperoleh dari DLLAJ, BPS Kota Surakarta, dan Bina Marga Kota Surakarta.

b. Lokasi

Lokasi penelitian adalah di Kantor DLLAJ, BPS Kota Surakarta, Bina Marga Kota Surakarta.

c. Waktu Pelaksanaan Survey

Pengambilan data sekunder dilakukan pada minggu pertama bulan Mei 2012.

### 3.5. Pengolahan Data

Data-data yang telah terkumpul, kemudian dilakukan proses pengolahan data dengan MKJI 1997 sebagai berikut :

1. Menghitung volume dan arus lalu lintas dalam smp/jam.

Arus lalu lintas didapat dari data arus lalu lintas hasil survei lapangan lengkap dengan arah pergerakan. Karena data hasil survei diambil tiap interval 15 menit maka harus dijumlahkan terlebih dahulu masing-masing jenis kendaraan agar diperoleh nilai total arus lalu lintas. Nilai total yang didapat masih dalam kendaraan per jam (kend./jam) maka harus dikalikan terlebih dahulu dengan nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk kondisi terlindung maupun terlawan agar menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam).

## 2. Menghitung Kapasitas.

Dalam menentukan kapasitas harus ditentukan terlebih dahulu tipe pendekatnya apakah terlawan (O) atau terlindung (P), setelah itu ditentukan lebar efektif ( $W_e$ ), nilai arus jenuh dasar ( $S_o$ ), faktor-faktor penyesuaian, nilai arus jenuh yang disesuaikan ( $S$ ), rasio arus (FR), rasio fase (PR), waktu siklus pra penyesuaian ( $c_{ua}$ ), waktu siklus disesuaikan ( $c$ ), dan waktu hijau ( $g$ ). Kapasitas dihitung dari perkalian antara kapasitas dasar dengan faktor-faktor penyesuaiannya.

## 3. Menghitung Derajat Kejenuhan.

Derajat kejenuhan (DS) adalah hasil bagi antara arus total ( $Q_{TOT}$ ) dengan kapasitas ( $C$ ). Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi atau lebih dari 0,75 maka diperlukan penambahan kapasitas.

## 4. Menghitung Panjang Antrian.

Panjang antrian dihitung dengan mengalikan jumlah smp maksimum yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) kemudian dibagi lebar masuknya.

## 5. Menghitung Tundaan.

Pada perhitungan tundaan ada 4 tundaan yang dihitung yaitu:

- Tundaan lalu lintas rata-rata
- Tundaan geometrik rata-rata
- Tundaan tundaan rata-rata
- Tundaan total

## 6. Menghitung konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan formulasi konsumsi bahan bakar yang diajukan oleh LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang. Persamaan yang digunakan adalah konsumsi bahan bakar pada saat *idle* (diam), berdasarkan lama tundaan pada simpang bersinyal.

### 3.6. Analisis Data

Pengaruh kinerja simpang terhadap konsumsi bahan bakar di lokasi penelitian dapat diketahui dengan melakukan analisis regresi linier sederhana menggunakan



bantuan program *SPSS 17.00 for windows*. Analisis yang dilakukan adalah konsumsi bahan bakar per lengan simpang.

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(3.1)$$

- Dimana :
- Y = nilai konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas)
  - X = nilai kinerja simpang berupa tundaan. (variable bebas)
  - a = konstanta (nilai *intercept*)
  - b = slope (koefisien kecondongan garis)

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) persamaan regresi linear sederhana

$$R^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 - \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

(Djarwanto Ps,1994)

- Dimana :
- $R^2$  = nilai koefisien determinasi
  - $Y_i$  = nilai konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas) sesungguhnya
  - $\hat{Y}_i$  = nilai estimasi variabel tidak bebas
  - $\bar{Y}$  = nilai rata-rata konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas) sesungguhnya

Koefisien korelasi (r) persamaan regresi linear sederhana

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots(2.23)$$

(Djarwanto Ps,1994)

- Dimana :
- r = nilai koefisien antara X dan Y
  - Y = nilai konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas)
  - X = nilai kinerja simpang berupa tundaan. (variabel bebas)
  - n = jumlah data

### 3.7. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan dalam penelitian ini menitikberatkan pada:

1. Kinerja simpang bersinyal.

2. Jumlah konsumsi BBM pada simpang bersinyal.
3. Hubungan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan terhadap konsumsi BBM

### 3.8. Kesimpulan

Tahap kesimpulan dalam penelitian ini yaitu menyimpulkan kinerja simpang bersinyal, besarnya konsumsi BBM pada simpang bersinyal, dan hubungan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan terhadap konsumsi BBM.



## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Umum

##### 4.1.1. Simpang Panggung

Simpang Panggung merupakan pertemuan antara ruas Jalan Kol. Sutarto dengan ruas Jalan Urip Sumoharjo dan ruas Jalan Brigjen Katamso. Jalan Kol. Sutarto merupakan suatu jalan arteri yang menjadi akses utama penghubung Kota Surakarta dan daerah sekitar. Pergerakan dari dan menuju daerah sekitar terjadi pada Simpang Panggung melalui jalan arteri tersebut. Pusat pendidikan dan kesehatan di sekitar lokasi simpang juga mengakibatkan jumlah pergerakan yang cukup besar.

##### 4.1.2. Simpang Ngeplak

Simpang Ngeplak merupakan simpang bersinyal yang ada di Jalan Ahmad Yani yang berpotongan dengan Jalan D.I. Panjaitan. Jalan Ahmad Yani merupakan jalan arteri dan menjadi koridor penghubung Kota Surakarta dan kota sekitar. Jalan D.I. Panjaitan menghubungkan daerah Banjarsari dan Mojosongo. Pergerakan yang terjadi di simpang ini cukup besar, terutama menuju pusat pendidikan.

##### 4.1.3. Simpang Gemblegan

Simpang Gemblegan merupakan simpang bersinyal yang ada pada Jalan Yos Sudarso yang berpotongan dengan Jalan Veteran. Pergerakan menuju ke luar kota seperti Wonogiri dan Solobaru melalui ruas utama Jalan Yos Sudarso. Jalan Veteran menjadi penghubung daerah Gading dan Tipes. Kawasan pertokoan di simpang ini juga mengakibatkan pergerakan di sektor ekonomi.

## 4.2. Data Survei Geometrik Simpang

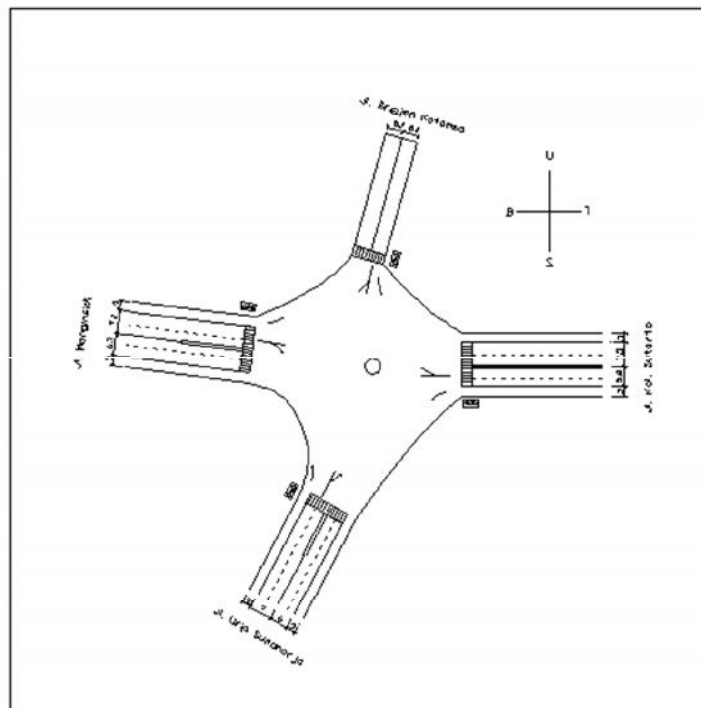
### 4.2.1. Simpang Panggung

Simpang bersinyal panggung merupakan simpang empat bersinyal yang mempunyai 4 fase. Masing-masing lengan simpang merupakan jalan 4 lajur. Pada lengan barat, selatan, dan timur terdapat median. Geometrik simpang panggung dapat dilihat pada Tabel 4.1. dan Gambar 4.1. Geometrik Simpang Panggung.

Tabel 4.1. Geometrik Simpang Panggung

Ruas jalan	Lebar (m)	Jumlah lajur	Median	Lebar tiap lajur (m)	Lebar lajur LTOR (m)
Brigjen Katamso	10,2	4	tidak	2,5 dan 2,6	1
Kol. Sutarto	14	4	ada	4 dan 3,5	3
Urip Sumoharjo	13	4	ada	3,5 dan 3	3
Monginsidi	13,8	4	ada	3,3 dan 3,8	3

Sumber : Data Survei



Sumber : Data Survei

Gambar 4.1. Geometrik Simpang Panggung

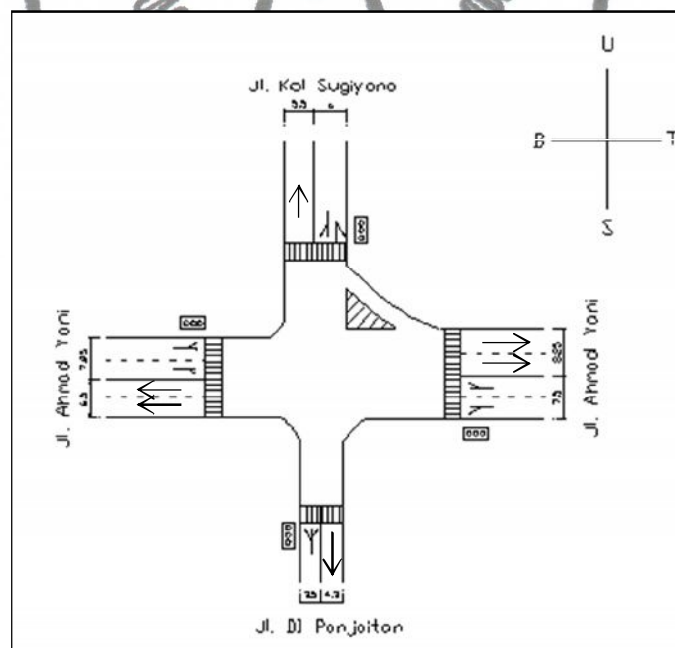
#### 4.2.2. Simpang Ngeplak

Simpang bersinyal ngeplak merupakan simpang empat bersinyal, mempunyai 4 fase. Pada lengan barat dan timur (Jalan Ahmad Yani) merupakan jalan 4 lajur tanpa median. Pada lengan utara dan selatan merupakan jalan 2 lajur tanpa median. Geometrik simpang ngeplak dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2. Geometrik Simpang Ngeplak.

Tabel 4.2. Geometrik Simpang Ngeplak

Ruas jalan	Lebar (m)	Jumlah lajur	Median	Lebar tiap lajur (m)	Lebar lajur LTOR (m)
Kol Sugiyono	11,5	4	tidak	2,5 dan 3	2
Ahmad Yani (timur)	14,6	4	tidak	4 dan 3,5	2
Ahmad Yani (barat)	13,5	4	tidak	3,5 dan 4	1,5
D.I.Panjaitan	8,8	2	tidak	4,5 dan 4,3	0

Sumber : Data Survei



Sumber : Data Survei

Gambar 4.2. Geometrik Simpang Ngeplak

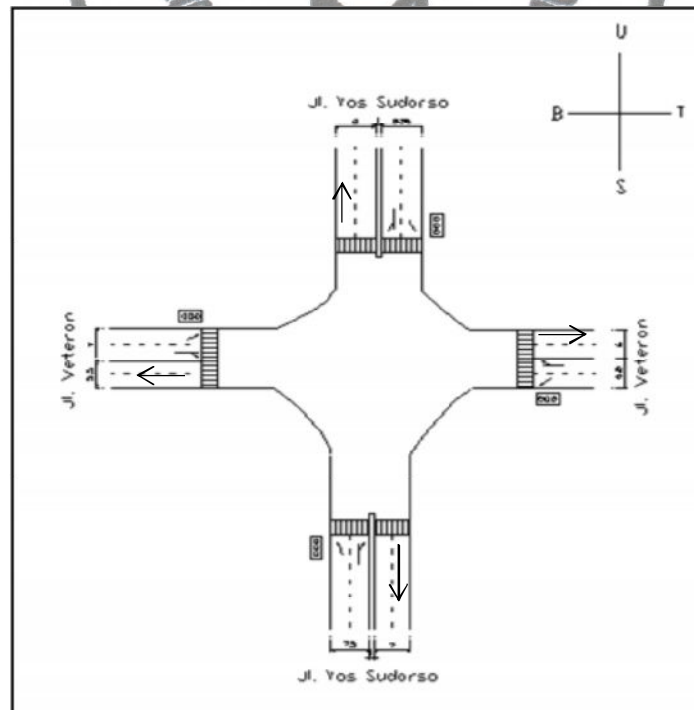
### 4.2.3. Simpang Gemblegan

Simpang bersinyal gemblegan merupakan simpang empat bersinyal yang mempunyai 4 fase. Pada Jalan Yos Sudarso, yaitu lengan utara dan selatan merupakan jalan 4 lajur dengan median. Lengan barat dan timur merupakan jalan 4 lajur tanpa median. Geometrik simpang gemblegan dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3. Geometrik Simpang Gemblegan.

Tabel 4.3. Geometrik Simpang Gemblegan

Ruas jalan	Lebar (m)	Jumlah lajur	Median	Lebar tiap lajur (m)	Lebar lajur LTOR (m)
Yos Sudarso (utara)	15,5	4	ada	4 dan 3,5	2
Veteran (timur)	12,5	4	tidak	3,5 dan 3	2
Yos Sudarso (selatan)	14,8	4	ada	3,5 dan 4	1,5
Veteran (barat)	13	4	tidak	3 dan 3,5	2

Sumber : Data Survei



Sumber : Data Survei

Gambar 4.3. Geometrik Simpang Gemblegan

### 4.3. Data Volume Lalu Lintas

Pelaksanaan survei arus lalu lintas pada simpang panggung dilaksanakan tanggal 17 Juli 2012. Survei pada simpang ngemplak dilaksanakan tanggal 16 Juli 2012. Pada simpang Gemblegan dilaksanakan tanggal 19 Juli 2012. Penentuan jam puncak berdasarkan arus total maksimum pada jam-jam sibuk (rekapitulasi pencacahan dapat dilihat pada lampiran).

Tabel 4.4. Jam Puncak Simpang Panggung

Waktu	Total Arus Lalu Lintas	
	kendaraan bermotor (smp)	kendaraan tak bermotor
06.00-07.00	3226	183
06.15-07.15	3334	169
<b>06.30-07.30</b>	<b>3383</b>	<b>162</b>
06.45-07.45	3337	177
07.00-08.00	3370	199
11.30-12.30	3280	158
11.45-12.45	3305	165
12.00-13.00	3351	146
12.15-13.15	3325	121
12.30-13.30	3345	104
15.30-15.30	2708	178
15.45-16.45	2723	174
16.00-17.00	2700	182
16.15-17.15	2721	183
16.30-17.30	2639	169

Sumber : Data Survei

Tabel 4.5. Jam Puncak Simpang Ngemplak

Waktu	Total Arus Lalu Lintas	
	kendaraan bermotor (smp)	kendaraan tak bermotor
06.00-07.00	2415	102
06.15-07.15	2533	91
<b>06.30-07.30</b>	<b>2553</b>	<b>86</b>
06.45-07.45	2501	93
07.00-08.00	2494	97
11.30-12.30	2502	95
11.45-12.45	2493	96
12.00-13.00	2472	110
12.15-13.15	2484	108
12.30-13.30	2501	94
15.30-15.30	2552	119
15.45-16.45	2510	132
16.00-17.00	2484	119
16.15-17.15	2443	117
16.30-17.30	2495	106

Sumber : Data Survei

Tabel 4.6. Jam Puncak Simpang Gemblegan

Waktu	Total Arus Lalu Lintas	
	kendaraan bermotor (smp)	kendaraan tak bermotor
06.00-07.00	2257	143
06.15-07.15	2457	162
06.30-07.30	2573	184
06.45-07.45	2594	192
07.00-08.00	2628	207
11.30-12.30	2787	185
11.45-12.45	2778	179
12.00-13.00	2755	176
12.15-13.15	2767	187
12.30-13.30	1766	179
15.30-15.30	2743	155
15.45-16.45	2785	140
<b>16.00-17.00</b>	<b>2789</b>	<b>131</b>
16.15-17.15	2785	144
16.30-17.30	2741	137

Sumber : Data Survei



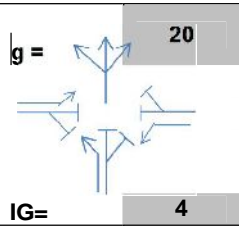
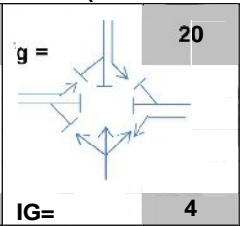
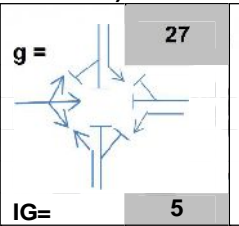
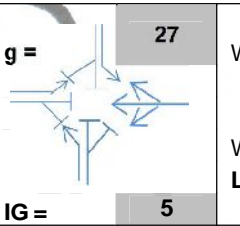
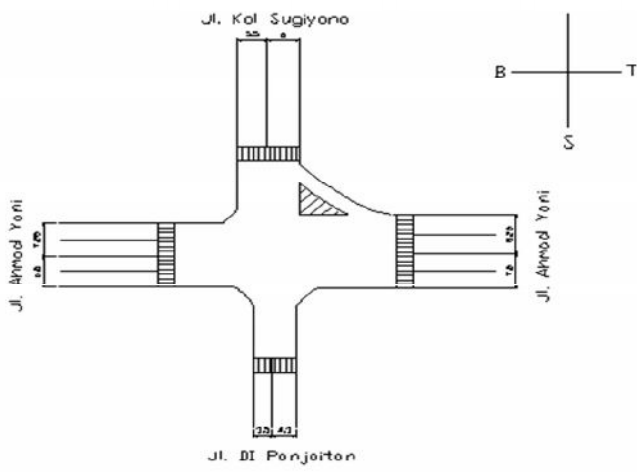
### 4.4. Data Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan

Tabel 4.7. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang Panggung  
Formulir SIG - I

<b>SIMPANG BERSINYAL</b> Formulir SIG - I : GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN	Tanggal : 17 Juli 2012	Ditangani oleh : Arief Permana P								
	Kota : Surakarta									
	Simpang : Panggung (Jl. Kol. Sutarto - Jl. Monginsidi)									
	Ukuran Kota / Jumlah Penduduk (isi dalam jutaan) :	0.50								
	Perihal : 4 fase									
Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)										
<b>FASE SINYAL YANG ADA (Gambar Sket Fase)</b>										
				Waktu siklus : c <b>144</b>  Waktu hilang total : <b>LTI = Σ IG = 20</b>						
<b>SKETSA SIMPANG</b>										
<b>KONDISI LAPANGAN</b>										
Kode Pendekat (1)	Tipe Lingkungan Jalan (com/res/ra) (2)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah) (3)	Median (Ya/Tidak) (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok Kiri Langsung (Ya/Tidak) (6)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m) (7)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat (W <sub>A</sub> ) (8)	Masuk (W <sub>ENTRY</sub> ) (9)	Belok kiri lgs. (W <sub>LTOR</sub> ) (10)	Keluar (W <sub>EXIT</sub> ) (11)
U	com	T	T	0	Y	0	5.10	4.10	1.00	6.00
S	com	T	Y	0	Y	0	10.00	7.00	3.00	5.10
T	com	T	Y	0	Y	0	9.70	6.70	3.00	6.70
B	com	T	Y	0	Y	0	10.10	7.10	3.00	7.30

Tabel 4.8. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang Ngeplak

Formulir SIG - I

<b>SIMPANG BERSINYAL</b> Formulir SIG - I : GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN	Tanggal : 16 Juli 2012	Ditangani oleh : Arief Permana P								
	Kota : Surakarta									
	Simpang : Ngeplak (Jl. A. Yani - Jl. D.I. Panjaitan)									
	Ukuran Kota / Jumlah Penduduk (isi dalam jutaan) :	0.50								
	Perihal : 4 fase									
Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)										
<b>FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket fase)</b>										
				Waktu siklus : c <b>112</b>  Waktu hilang total : <b>LTI = Σ IG =</b> <b>18</b>						
<b>SKETSA SIMPANG</b>										
										
<b>KONDISI LAPANGAN</b>										
Kode Pendekat (1)	Tipe Lingkungan Jalan (com/res/ra) (2)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah) (3)	Median (Ya/Tidak) (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok Kiri Langsung (Ya/Tidak) (6)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m) (7)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat (W <sub>A</sub> ) (8)	Masuk (W <sub>ENTRY</sub> ) (9)	Belok kiri lgs. (W <sub>LTOR</sub> ) (10)	Keluar (W <sub>EXIT</sub> ) (11)
U	com	T	T	-2	Y	0	6.10	4.10	2.00	4.30
S	com	T	T	-2	Y	0	4.50	4.50	0.00	5.40
T	com	T	T	0	Y	0	7.60	5.60	2.00	6.20
B	com	T	T	0	Y	0	7.30	5.80	1.50	7.00

Tabel 4.9. Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas, dan Kondisi Lingkungan Simpang  
Gemblegan

Formulir SIG - I

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		Tanggal : 19 Juli 2012		Ditangani oleh : Arief Permana P						
Formulir SIG - I :		Kota : Surakarta								
GEOMETRI		Simpang : Gemblegan (Jl. Yos Sudarso - Jl. Veteran)								
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran Kota / Jumlah Penduduk (isi dalam jutaan) :		0.50						
LINGKUNGAN		Perihal : 4 fase								
		Periode : Jam puncak sore (16.00- 17.00 WIB)								
<b>FASE SINYAL YANG ADA (Gambarkan Sket Fase)</b>										
				Waktu siklus : c <b>107</b>						
<b>IG= 4</b>	<b>IG= 4</b>	<b>IG= 4</b>	<b>IG= 4</b>	Waktu hilang total : <b>LTI = Σ IG = 16</b>						
<b>SKETSA SIMPANG</b>										
<b>KONDISI LAPANGAN</b>										
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median (Ya/Tidak)	Kelandaian +/- %	Belok Kiri Langsung (Ya/Tidak)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat (W <sub>A</sub> )	Masuk (W <sub>ENTRY</sub> )	Belok kiri Igs. (W <sub>LTOR</sub> )	Keluar (W <sub>EXIT</sub> )
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	com	T	Y	0	Y	0	7.50	5.50	2.00	7.50
S	com	T	Y	0	Y	0	7.30	5.80	1.50	8.00
T	com	T	T	0	Y	0	6.50	4.50	2.00	6.00
B	com	T	T	0	Y	0	7.00	5.00	2.00	6.00

- Kolom (1) : Kode pendekatan yang digunakan untuk penempatan arah (Utara, Selatan, Barat dan Timur).
- Kolom (2) : Tipe lingkungan jalan (COM = Komersial, RES = Permukiman, RA = Akses terbatas).
- Kolom (3) : Tingkat Hambatan Samping (Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas disamping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, perjalan kaki berjalan sepanjang atau melintasi pendekat, keluar masuk halaman di samping jalan dsb. Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebutkan diatas).
- Kolom (4) : Median (jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekatan).
- Kolom (5) : Kelandaian (kelandaian dalam %, naik = +%; turun = -%).
- Kolom (6) : Belok Kiri Langsung (LTOR diijinkan Ya/Tidak pada pendekatan).
- Kolom (7) : Jarak ke Kendaraan Parkir (jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir di sebelah hulu pendekatan).
- Kolom (8) : Lebar Pendekata  $W_A$  merupakan lebar dari bagian pendekat diperkeras, diukur di bagian tersempit di sebelah hulu (m).
- Kolom (9) : Lebar Pendekat  $W_{MASUK}$  merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
- Kolom (10) : Lebar Pendekat  $W_{LTOR}$  merupakan dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan untuk belok kiri langsung.
- Kolom (11) : Lebar Pendekat  $W_E$  merupakan lebar dari bagian yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap  $W_A, W_{MASUK}$ ,  $W_{LTOR}$  dan gerakan lalu lintas membelok,(m).

#### 4.5. Data Arus Lalu Lintas

Survei arus lalu lintas Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan pada jam puncak pagi, siang, dan sore di lapangan dilakukan setiap 15 menit selama 2 jam. Dimulai pagi hari pukul 06.00-08.00, siang hari pukul 11.30-13.30, dan sore hari pukul 15.30-17.30. Data berupa volume arus kendaraan yang melewati Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan. Arus lalu lintas berupa kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor.

Berdasarkan rekapitulasi data arus, jam puncak maksimum untuk Simpang Panggung dan Simpang Ngemplak pada pagi hari pukul 06.30-07.30 (tabel 4.4. dan tabel 4.5.), sedangkan Simpang Gemblegan pada sore hari pukul 16.00-17.00 (tabel 4.6.). Data arus dijadikan dalam satuan smp/jam dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 (MKJI 1997). Setelah dimasukkan hasil survei di dalam MKJI 1997 khususnya dalam SIG II diketahui besarnya arus lalu lintas yang melewati Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan. Hasil survei data arus lalu lintas Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan pada jam puncak dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.10. Arus Lalu lintas Simpang Panggung

Formulir SIG - II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II :		Tanggal : 17 Juli 2012		Ditangani oleh : Arief Permana P											
		Kota : Surakarta													
ARUS LALULINTAS		Simpang : Panggung (Jl. Kol. Sutarto - Jl. Monginsidi)				Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)									
		Perihal : 4 fase													
Kode Pendekat	Arah (2)	Arus Lalu lintas Kendaraan Bermotor (MV)				Kendaraan Bermotor		Rasio Berbelok		Kend. tak bermotor					
		Kendaraan Ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0		Kendaraan Berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3		Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4		Total MV		Kiri P <sub>LT</sub> (15)	Kanan P <sub>Rt</sub> (16)	Arus UM	Rasio P <sub>UM</sub> = UM/ MV (18)		
(1)	(2)	(kend/ jam) (3)	(smp/jam) Terlindung (4)	(smp/jam) Terlawan (5)	(kend/ jam) (6)	(smp/jam) Terlindung (7)	(smp/jam) Terlawan (8)	(kend/ jam) (9)	(smp/jam) Terlindung (10)	(smp/jam) Terlawan (11)	(kend/ jam) (12)	(smp/jam) Terlindung (13)	(smp/jam) Terlawan (14)	(kend/ jam) (17)	(18)
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	21	21	0	1	1	0	89	18	0	111	40	0	5	0.108
	ST	71	71	0	5	7	0	720	144	0	796	222	0	13	
	RT	50	50	0	0	0	0	300	60	0	360	110	0	8	0.296
	<b>Total</b>	142	142	0	6	8	0	1109	222	0	1257	372	0	26	0.0207
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	85	85	0	5	7	0	767	153	0	857	245	0	14	0.262
	ST	68	68	0	5	7	0	1121	224	0	1194	299	0	30	
	RT	146	146	0	28	36	0	1050	210	0	1224	392	0	4	0.419
	<b>Total</b>	299	299	0	38	49	0	2938	588	0	3275	936	0	48	0.0147
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	120	120	0	42	55	0	887	177	0	1049	352	0	55	0.304
	ST	363	363	0	85	111	0	1581	316	0	2029	790	0	9	
	RT	4	4	0	0	0	0	62	12	0	66	16	0	3	0.014
	<b>Total</b>	487	487	0	127	165	0	2530	506	0	3144	1158	0	67	0.0213
B	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	34	34	0	0	0	0	386	77	0	420	111	0	10	0.121
	ST	278	278	0	46	60	0	1236	247	0	1560	585	0	7	
	RT	69	69	0	25	33	0	598	120	0	692	221	0	4	0.241
	<b>Total</b>	381	381	0	71	92	0	2220	444	0	2672	917	0	21	0.0079

Tabel 4.11. Arus Lalu lintas Simpang Ngeemplak

Formulir SIG - II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II :		Tanggal : 16 Juli 2012		Ditangani oleh : Arief Permana P														
		Kota : Surakarta																
ARUS LALULINTAS		Simpang : Ngeemplak (Jl. A. Yani - Jl. D.I. Panjaitan)		Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)														
		Perihal : 4 fase																
Kode Pendekat	Arah (2)	Arus Lalu lintas Kendaraan Bermotor (MV)										Kend.tak bermotor						
		Kendaraan Ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0		Kendaraan Berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3		Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4		Kendaraan Bermotor Total MV		Rasio Berbelok			Arus UM (kend/jam) (17)	Rasio P <sub>UM</sub> = UM/MV (18)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)			(14)	(15)	(16)	(17)
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0	
	LTOR	41	41	11	14	312	62	364	62	118	0	0	0	0,234	7			
	ST	96	96	6	8	882	176	984	176	280	0	0	0		16			
	RT	49	49	0	0	281	56	330	56	105	0	0	0	0,209	8			
	<b>Total</b>	186	186	17	22	1475	295	1678	295	503	0	0	0		31			0,0185
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0			
	LTOR	28	28	0	0	106	21	134	21	49	0	0	0	0,120	1			
	ST	94	94	1	1	1029	206	1124	206	301	0	0	0		10			
	RT	24	24	2	3	161	32	187	32	59	0	0	0	0,144	0			
	<b>Total</b>	146	146	3	4	1296	259	1445	259	409	0	0	0		11			0,0076
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0			
	LTOR	34	34	0	0	213	43	247	43	77	0	0	0	0,100	15			
	ST	304	304	27	35	1196	239	1527	239	578	0	0	0		13			
	RT	32	32	11	14	322	64	365	64	111	0	0	0	0,145	2			
	<b>Total</b>	370	370	38	49	1731	346	2139	346	766	0	0	0		30			0,0140
B	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0			
	LTOR	49	49	2	3	292	58	343	58	110	0	0	0	0,126	6			
	ST	360	360	53	69	1270	254	1683	254	683	0	0	0		6			
	RT	50	50	0	0	159	32	209	32	82	0	0	0	0,094	2			
	<b>Total</b>	459	459	55	72	1721	344	2235	344	875	0	0	0		14			0,0063

Tabel 4.12. Arus Lalu lintas Simpang Gemblegan

Formulir SIG - II

Kode Pendekat		Arah (2)		Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor (MV)										Rasio Berbelok		Kend.tak bermotor	
				Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Total MV		Kiri					
(1)	(2)	emp terindung = 1,0 emp terlawan = 1,0		emp terindung = 1,3 emp terlawan = 1,3		emp terindung = 0,2 emp terlawan = 0,4		Total MV		Kiri		Kanan		Arus UM	Rasio P <sub>UM</sub> = UJW/MV		
		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)			(15)	(16)
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	58	58	4	4	5	5	272	54		334	118	0	0	0	13	
	ST	264	264	5	5	7	7	923	185		1192	455	0	0	0	13	
	RT	31	31	2	2	3	3	84	17		117	50	0	0	0	5	
	<b>Total</b>	353	353	11	11	14	14	1279	256		1643	623	0	0	0	31	0.0189
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	196	196	69	69	90	90	255	51		520	337	0	0	0	9	
	ST	264	264	17	17	22	22	961	192		1242	478	0	0	0	13	
	RT	52	52	32	32	42	42	213	43		297	136	0	0	0	12	0.143
	<b>Total</b>	512	512	118	118	153	153	1429	286		2059	951	0	0	0	34	0.0165
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	42	42	2	2	3	3	323	65		367	109	0	0	0	12	0.202
	ST	158	158	16	16	21	21	618	124		792	302	0	0	0	9	
	RT	69	69	1	1	1	1	295	59		365	129	0	0	0	7	0.239
	<b>Total</b>	269	269	19	19	25	25	1236	247		1524	541	0	0	0	28	0.0184
B	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LTOR	41	41	5	5	7	7	201	40		247	88	0	0	0	10	0.130
	ST	105	105	14	14	18	18	696	139		815	262	0	0	0	19	
	RT	262	262	2	2	3	3	294	59		558	323	0	0	0	9	0.480
	<b>Total</b>	408	408	21	21	27	27	1191	238		1620	674	0	0	0	38	0.0235

**SIMPANG BERSINYAL**  
 Formulir SIG-II :  
 ARUS LALULINTAS

Tanggal : 19 Juli 2012  
 Kota : Surakarta  
 Simpang : Gemblegan (Jl. Yos Sudarso - Jl. Veteran)  
 Perihal : 4 fase

Ditangani oleh : Arief Permana P  
 Periode : Jam puncak sore (16.00 - 17.00)



Kolom (1) : Kode pendekat terdiri arah Utara, Selatan, Barat, Timur.

Kolom (2) : Arah arus kendaraan terdiri LT/LTOR (belok kiri/belok kiri langsung), ST (lurus), RT (belok kanan).

Kolom (3) : Jumlah arus kendaraan/jam pada kendaraan ringan (LV).

Kolom (4) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,0 pada kendaraan ringan (LV) (smp/jam).

Kolom (5) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlawan = 1,0 pada kendaraan ringan (LV) (smp/jam).

Kolom (6) : Jumlah arus kendaraan/jam pada kendaraan berat (HV).

Kolom (7) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,3 pada kendaraan berat (HV) (smp/jam).

Kolom (8) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 1,3 pada kendaraan berat (HV) (smp/jam).

Kolom (9) : Jumlah arus kendaraan/jam pada sepeda motor (MC).

Kolom (10): Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlindung = 0,2 pada sepeda motor (MC) (smp/jam).

Kolom (11) : Hasil kali kendaraan/jam dengan emp terlawan = 0,4 pada sepeda motor (MC) (smp/jam).

Kolom (12) : Hasil total seluruh kendaraan/jam.

Kolom (13) : Hasil total seluruh kendaraan terlindung (smp/jam).

Kolom (14) : Hasil total seluruh Kendaraan terlawan (smp/jam).

Kolom (15) : Rasio kendaraan belok kiri (PLT).

$$P_{LT} = \frac{LT \text{ (smp/ am)}}{Total \text{ (smp/ am)}}$$

Kolom (16) : Rasio kendaraan belok kanan (PRT)

$$P_{RT} = \frac{T \text{ (smp/ am)}}{Total \text{ (smp/ am)}}$$

Kolom (17) : Jumlah arus kendaraan tak bermotor (UM).

Kolom (18) : Rasio kendaraan tak bermotor (PUM).

$$P_{UM} = \frac{\quad}{m}$$

## 4.6. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

### 4.6.1. Waktu Antar Hijau

#### 1. Lalu Lintas Berangkat

Kolom (1) : Pendekat (Utara, Selatan, Barat, dan Timur).

Kolom (2) : Kecepatan  $V_{EV}$  (m/dtk).

Dimana:

$V_{EV}$  : kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat (m/det). Namun dalam MKJI untuk nilai  $V_{EV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

#### 2. Lalu Lintas Datang

Kolom (1) : Pendekat (Utara, Selatan, Barat dan Timur).

Kolom (2) : Kecepatan  $V_{AV}$  (m/det).

Dimana:

$V_{AV}$  : kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang datang (m/det). Namun dalam MKJI untuk nilai  $V_{AV}$  : 10 m/det (kendaraan bermotor), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kolom (3) : Jarak Berangkat ( $L_{EV}$ ) – Datang ( $L_{AV}$ ) (m)

Dimana:

( $L_{EV}$ ) dan ( $L_{AV}$ ) jarak dari garis henti ke titik konflik masing - masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

$I_{EV}$  : panjang kendaraan yang berangkat (m). Namun dalam MKJI untuk nilai  $I_{EV}$  : 5 m (LV atau HV) dan 2 m (MC atau UM), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kolom (4) : Waktu Berangkat (VEV) – Datang (VAV) (m/det).

Dimana:

(VEV) dan (VAV) kecepatan masing -masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det), Namun dalam MKJI untuk nilai VAV : 10 m/det (kendaraan bermotor),

VEV : 10 m/det (kendaraan bermotor)

3 m/det (kendaraan tak bermotor)

1,2 m/det (perjalan kaki), tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi, dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

### 3. Waktu Merah Semua

Dapat dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Merah Semua} &= \left[ \frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right] \\ &= \left[ \frac{(21 + 5)}{10} - \frac{18}{10} \right] \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

#### 4.6.2. Waktu Hilang

Waktu Hilang (LTI) merupakan jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det).

Waktu Hilang Total (LTI) dapat dihitung dengan waktu merah semua total ditambahkan dengan waktu kuning.

Tabel 4.13. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Sempang Panggung

SIMPANG BERSINYAL		Formulir SIG - III							Waktu merah semua (dtk)
Formulir SIG - III :		Tanggal : 17 Juli 2012							
-WAKTU ANTAR HIJAU		Ditangani oleh : Arief Permana P							
-WAKTU HILANG		Kota : Surakarta							
		Sempang : Panggung (Jl. Kol. Sutarto - Jl. Monginsidi)							
		Perihal : 4 fase							
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							
Pendekat	Kecepatan $V_{EV}$ (m/dtk)	Pendekat		U	S	T	B		
U	10	Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)		10	10	10	10		
		Jarak berangkat-datang (m)				47+5-30			
		Waktu berangkat-datang (dtk*)				4.7+0.5-3		2.2	
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					33+5-32		
		Waktu berangkat-datang (dtk*)					3.3+0.5-3.2	0.6	
T	10	Jarak berangkat-datang (m)			44+5-29				
		Waktu berangkat-datang (dtk*)			4.4+0.5-2.9			2	
B	10	Jarak berangkat-datang (m)		51+5-28					
		Waktu berangkat-datang (dtk*)		5.1+0.5-2.8				2.8	
Penentuan waktu antar merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)									
Fase 1 --> Fase 2									3
Fase 2 --> Fase 3									3
Fase 3 --> Fase 4									3
Fase 4 --> Fase 1									3
Jumlah fase		4		kuning/fase		2		8	
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (dtk/siklus)									20

Dari gambar 5.1.

\*) Waktu untuk berangkat =  $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$ , dimana  $l_{EV} = 5$  m

Waktu untuk datang =  $L_{AV} / V_{AV}$

Tabel 4.1.4. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Sempang Ngeplak

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>		<b>Formulir SIG - III</b>							Waktu merah semua (dtk)
Formulir SIG - III :		Tanggal : 16 Juli 2012							
-WAKTU ANTAR HIJAU		Ditangani oleh : Arief Permana P							
-WAKTU HILANG		Kota : Surakarta							
		Sempang : Ngeplak (Jl. A. Yani - Jl. D.I. Panjaitan)							
		Perihal : 4 fase							
		Formulir SIG - III							
		Tanggal : 16 Juli 2012							
		Ditangani oleh : Arief Permana P							
		Kota : Surakarta							
		Sempang : Ngeplak (Jl. A. Yani - Jl. D.I. Panjaitan)							
		Perihal : 4 fase							
<b>LALULINTAS BERANGKAT</b>		<b>LALU LINTAS DATANG</b>							
Pendekat	Kecepatan $V_{EV}$ (m/dtk)	Pendekat	$V_{AV}$ (m/dtk)	U	S	T	B		
U	10	Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)	10	10	10	10	10		
S	10	Jarak berangkat-datang (m)	26+5-23						
T	10	Waktu berangkat-datang (dtk*)	2.6+0.5-2.3					0.8	
B	10	Jarak berangkat-datang (m)					25+5-21		
		Waktu berangkat-datang (dtk*)					2.5+0.5-2.1	0.9	
		Jarak berangkat-datang (m)	24+5-27						
		Waktu berangkat-datang (dtk*)	2.4+0.5-2.7					0.2	
		Jarak berangkat-datang (m)				22+5-25			
		Waktu berangkat-datang (dtk*)				2.2+0.5-2.5		0.2	
Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)									
Fase 1 --> Fase 2									
Fase 2 --> Fase 3									
Fase 3 --> Fase 4									
Fase 4 --> Fase 1									
Jumlah fase		4		kuning/fase		2		8	
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (dtk/siklus)									18

Dari gambar 5.1.

\*) Waktu untuk berangkat =  $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$ , dimana  $l_{EV} = 5$  m  
 Waktu untuk datang =  $L_{AV} / V_{AV}$

Tabel 4.15. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Sempang Gemblegan

SIMPANG BERSINYAL		Formulir SIG - III						Waktu merah semua (dtk)
Formulir SIG - III :		Tanggal : 19 Juli 2012						
-WAKTU ANTAR HIJAU		Ditangani oleh : Arief Permana P						
-WAKTU HILANG		Kota : Surakarta						
		Sempang : Gemblegan (Jl. Yos Sudarso - Jl. Veteran)						
		Perihal : 4 fase						
LALULINTAS BERANGKAT	KECEPATAN $V_{EV}$ (m/dtk)	LALU LINTAS DATANG						
Pendekat	Kecepatan $V_{AV}$ (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B		
U	10	Jarak berangkat-datang (m)	10	10	10	10		
S	10	Waktu berangkat-datang (dtk*)			28+5-26		0.7	
T	10	Jarak berangkat-datang (m)			2.8+0.5-2.6			
B	10	Waktu berangkat-datang (dtk*)				39+5-29	1.5	
		Jarak berangkat-datang (m)		36+5-33				
		Waktu berangkat-datang (dtk*)		3.6+0.5-3.3			0.8	
		Jarak berangkat-datang (m)	36+5-27					
		Waktu berangkat-datang (dtk*)	3.6+0.5-2.7				1.4	
Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase		Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)						
		Fase 1 --> Fase 2					2	
		Fase 2 --> Fase 3					2	
		Fase 3 --> Fase 4					2	
		Fase 4 --> Fase 1					2	
		Jumlah fase	4	kuning/fase	2		8	
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (dtk/siklus)						16

Dari gambar 5.1.

\*) Waktu untuk berangkat =  $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$ , dimana  $l_{EV} = 5$  m  
 Waktu untuk datang =  $L_{AV} / V_{AV}$







Tabel 4.18. Data Waktu Sinyal dan Kapasitas Simping Gembengan

Kode Pen-dekat		Hijau dalam Fase no.	Tipe Pen-dekat (P/O)	Rasio Kendaraaan Berbelok		Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh smp/jam Hijau										Rasio Fase PR =	Waktu Hijau (det)	Kapasitas smp/jam C =	Derajat Kejenuhan DS =															
				P <sub>Ltor</sub>	P <sub>LT</sub>	P <sub>RT</sub>	Q <sub>RT</sub>		Q <sub>RT0</sub>	W <sub>E</sub>	Nilai dasar smp/jam hijau S <sub>o</sub>	Ukuran Kota F <sub>Cs</sub>	Hambatan Samping F <sub>Sf</sub>	Kelatan-daan F <sub>ce</sub>	Parkir F <sub>P</sub>	Hanya tipe Belok Kanan F <sub>RT</sub>	Belok Kiri F <sub>LT</sub>	Nilai disesuaikan smp/jam hijau S					Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio Arus FR =	Rasio Fase IFR	g	Sxg/c	Q/C									
<p><b>SIMPANG BERSINYAL</b>                      Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL                      KAPASITAS</p>																				Ditangani oleh : Ariet Permana P Perihal : 4 fase Periode : Jam puncak sore (16.00- 17.00.WIB)																	
Distribusi arus lalu lintas(smp/jam) 50 455 118U 88 129 302T 262 109 323 136 337 478 136 S																				Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4				Rasio Arus FR = Rasio Fase IFR		Waktu Hijau (det) g		Kapasitas smp/jam C = Sxg/c		Derajat Kejenuhan DS = Q/C	
U		1	P	0.189	0.000	0.081	0	0	5.50	3300	0.94	0.922	1.0	1.00	1.02	1.00	2922	506	0.173	0.219	20	546	0.926														
S		3	P	0.354	0.000	0.143	0	0	7.30	4380	0.94	0.923	1.0	1.00	1.04	1.00	3943	951	0.241	0.308	28	1032	0.922														
I		2	P	0.202	0.000	0.239	0	0	4.50	2700	0.94	0.923	1.0	1.00	1.06	1.00	2487	432	0.174	0.220	20	465	0.929														
B		4	P	0.130	0.000	0.480	0	0	5.00	3000	0.94	0.921	1.0	1.00	1.12	1.00	2920	586	0.201	0.254	23	628	0.933														
Waktu hilang total				16		Waktu siklus pra penyesuaian c <sub>ue</sub> (det)		107.0										IFR =		Total g =		91		0.788													
LTI (det)						Waktu siklus pra penyesuaian c (det)		107										ΣFR <sub>gatt</sub>																			

- Kolom (1) : Pendekat (Utara,Selatan, Barat dan Timur).
- Kolom (2) : Nomor dari fase yang masing-masing pendekat atau gerakannya mempunyai nyala hijau.
- Kolom (3) : Tipe dari setiap pendekat, pelindung (P) atau terlawan (O).
- Kolom (4) : Rasio kendaraan berbelok kiri langsung ( $PL_{TOR}$ ).
- Kolom (5) : Rasio kendaraan berbelok kiri ( $PLT$ ).
- Kolom (6) : Rasio kendaraan berbelok kanan ( $PRT$ ).
- Kolom (7) : Arus lurus arah dari.
- Kolom (8) : Arus lurus arah dalam.
- Kolom (9) : Lebar efektif  $W_E$  (m).
- Kolom (10) : Nilai dasar ( $S_0$ )  
 Untuk tipe arus terlindung (P)  

$$S_0 = 600 \times W_E$$
 Dapat pula dilihat dari grafik 2.2
- Kolom (11) : Tipe pendekat ukuran kota ( $F_{CS}$ ) dapat dilihat dalam tabel 2.3.
- Kolom (12) : Tipe pendekat Hambatan Samping ( $F_{SF}$ ) dapat dilihat dalam tabel 2.4.
- Kolom (13) : Tipe pendekat Kelandaian ( $F_G$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.4.
- Kolom (14) : Tipe pendekat Pakir ( $F_P$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.5. dan dapat dicari dengan rumus:
- Kolom (15) : Tipe pendekat terlindung belok kanan ( $F_{RT}$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.6.
- Kolom (16) : Tipe pendekat terlindung belok kiri ( $F_{LT}$ ) dapat dilihat dalam grafik 2.7.
- Kolom (17) : Nilai arus jenuh yang disesuaikan ( $S$ ) dapat dihitung dengan rumus:
- $$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$
- Kolom (18) : Arus lalu lintas ( $Q$ ) smp/jam.
- Kolom (19) : Rasio arus ( $FR$ ), dihitung dengan rumus:
- $$FR = Q/S$$
- Kolom (20) : Rasio fase ( $PR$ ).
- Kolom (21) : Waktu hijau (det).

Kolom (22) : Kapasitas (C), dihitung dengan rumus:

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

kolom (23) : Derajat kejenuhan (DS), dapat dihitung dengan rumus:

$$DS = Q/C$$



#### 4.8. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan

Tabel 4.19. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Sempang Panggung  
Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 17 Juli 2012										Ditangani oleh : Arief Permana P			
		Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN										Kondisi Eksiting			
Jumlah Kendaraan Terhenti		Kota : Surakarta										Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)			
TUNDAAN		Simpang : Panggung (Jl. Kol. Sutarto - Jl. Monginsidi)													
Kode Pendekat	Arus Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			Panjang Antrian (m)	Angka Henti (stop/smp)	Jumlah Kendaraan Terhenti (smp/jam)	Tundaan				
					DS = Q/C	GR = g/c	NQ <sub>1</sub>				NQ <sub>2</sub>	Total NQ = NQ <sub>1</sub> + NQ <sub>2</sub>	NQ <sub>max</sub> (lihat gb e22)	Tundaan Lintas Rata-rata (det/smp)	Tundaan Geometrik Rata-rata (det/smp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	372	416	0.892	0.15	3.2	14.6	17.8	23.4	114	1.077	400	88.0	4.2	92.2	34248
S	691	787	0.878	0.19	2.9	26.9	29.8	38.9	111	0.970	670	69.8	4.0	73.7	50948
T	806	882	0.914	0.29	4.3	31.1	35.4	46.1	159	0.989	797	66.8	4.0	70.7	57019
B	806	904	0.892	0.23	3.4	31.2	34.6	45.1	127	0.967	779	67.3	3.9	71.2	57379
LTOR (semua)	748											0.0	6.0	6.0	4489.2
Arus kor. Q kor.										Total :	2647				204083
Arus total. Q tot.	3423										0.77				59.62
											Tundaan Sempang Rata-rata (det/smp) :				

Tabel 4.20. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Sempang Ngemplak

Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL										Ditangani oleh : Arief Permana P					
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN										Kondisi Eksiting					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Periode : Jam puncak pagi (06.30 - 07.30 WIB)					
TUNDAAN															
Kode Pendekat	Arus Lintas (smp/jam) Q	Kapasitas (smp/jam) C	Derajat Kejenruhan DS = Q/C	Rasio Hijau GR = g/c	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti (stop/smp) NS	Jumlah Kendaraan Terhenti (smp/jam) Nsv	Tundaan				
					NQ <sub>1</sub>	NQ <sub>2</sub>	Total NQ = NQ <sub>1</sub> + NQ <sub>2</sub>				NQ <sub>MAX</sub> liat gb e22	Tundaan Lintas Rata-rata (det/smp) DT	Tundaan Geometrik Rata-rata (det/smp) DG	Tundaan Rata-rata (det/smp) D = DT + DG	Tundaan Total (smp.det) D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	385	406	0.950	0.18	5.7	11.9	17.6	23.1	113	1.321	509	96.5	4.9	101.3	39059
S	409	440	0.929	0.18	4.7	12.5	17.2	22.6	101	1.217	498	83.6	4.7	88.2	36096
T	689	730	0.943	0.24	6.1	21.1	27.1	35.4	126	1.139	785	71.6	4.4	76.1	52413
B	875	943	0.928	0.24	5.1	26.6	31.7	41.4	143	1.050	918	61.1	4.2	65.3	57134
LTOR (semua)	354											0.0	6.0	6.0	2121
Arus kor. Q kor.										Total :	2710			Total :	186824
Arus total. Q tot.	2712										1.00			Tundaan Sempang Rata-rata (det/smp) :	68.90

Tabel 4.2.1. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Sempang Gemblegan

Formulir SIG - V

<b>SIMPANG BERSINYAL</b>															
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN						Ditangani oleh : Atief Permana P									
KOTA : SURAKARTA						Kondisi Eksiting									
SIMPANG : GEMBLEGAN (Jl. Yos Sudarso - Jl. Veteran)						Periode : Jam puncak sore (16.00- 17.00 WIB)									
Waktu siklus :															
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) Q	Kapasitas (smp/jam) C	Derajat Kejenruhan DS = Q/C	Rasio Hijau GR = g/c	Jumlah Kendaraan Antri (smp)		Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti (stop/smp) NS	Jumlah Kendaraan Terhenti (smp/jam) Nsv	Tundaan					
					NQ <sub>1</sub>	NQ <sub>2</sub>				Tundaan Lalu lintas Rata-rata (det/smp) DT	Tundaan Geometrik Rata-rata (det/smp) DG	Tundaan Rata-rata (det/smp) D = DT + DG	Tundaan Total (smp.det) D x Q		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	506	546	0.926	0.19	4.7	14.8	19.4	25.5	93	1.164	588	73.5	4.6	78.0	39452
S	951	1032	0.922	0.26	4.8	27.5	32.3	42.1	145	1.029	979	55.2	4.1	59.3	56439
T	432	465	0.929	0.19	4.7	12.6	17.3	22.7	101	1.214	524	79.0	4.5	83.6	36088
B	586	628	0.933	0.21	5.2	17.1	22.3	29.2	117	1.153	675	71.1	4.2	75.2	44068
LTOR (semua)	651											0.0	6.0	6.0	3907.2
Arus kor. Q kor.									Total : 2766					Total : 179955	
Arus total. Q tot.	3125													Tundaan Sempang Rata-rata (det/smp) :	57.58

Kolom (1) : Kode pendekat terdiri arah Utara, Selatan, Barat, Timur.

Kolom (2) : Arus lalu lintas (Q) smp/jam.

Kolom (3) : Kapasitas (C), dihitung dengan rumus:

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

Kolom (4) : Derajat kejenuhan (DS), dapat dihitung dengan rumus:

$$DS=Q/C.$$

Kolom (5) : Rasio hijau (GR),dapat dihitung dengan rumus:

$$GR=g/c.$$

Kolom (6): jumlah kendaraan antri (smp) ( $NQ_1$ ) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dapat dihitung dengan rumus:

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

Kolom (7) : jumlah kendaraan antri (smp) ( $NQ_2$ ) yang datang selama fase merah, dapat dihitung dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times \frac{R}{R} \times \frac{1}{3600}$$

Kolom (8) : jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp) ditambah jumlah kendaraan antri yang datang selama fase merah, dapat dihitung dengan rumus:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Kolom (9) : Jumlah arus kendaraan antri max ( $NQ_{MAX}$ ), dapat dilihat dengan grafik E2-2 pada MKJI 1997

Kolom(10) : Panjang antrian dengan mengalikan dengan luas rata-rata yang digunakan per smp ( $20m^2$ ).

Kolom (11) : Angka henti masing-masing pendekat.

Kolom(12) : Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpng total.

Kolom (13) : Tundaan lalu lintas rata-rata pendekatan (DT) pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya.

Kolom (14) : Tundaan geometri rata-rata (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang.

Kolom (15) : Tundaan rata-rata (smp/det), dapat dihitung dengan rumus:

$$D = DT+DG$$

Kolom (16) : Tundaan total (smp/det),dapat dihitung dengan rumus:

$$D \times Q.$$

#### 4.9. Kinerja Simpang Bersinyal

Beberapa hal yang dijadikan tolok ukur kinerja simpang bersinyal dalam MKJI 1997, antara lain adalah kapasitas, derajat kejenuhan, antrian dan tundaan. Kinerja eksisting simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gemblegan berdasarkan perhitungan MKJI 1997 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.22. Kinerja Simpang Bersinyal Panggung

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Antrian		Tundaan	
			Panjang (m)	NQ (smp)	rata-rata (det/smp)	total (smp.det)
Utara	416	0.892	114	18	92.16	34247.59
Selatan	787	0.878	111	30	73.72	50948.04
Timur	882	0.914	159	35	70.73	57019.39
Barat	904	0.892	127	35	71.18	57378.53

Sumber: Hasil perhitungan MKJI 1997

Tabel 4.23. Kinerja Simpang Bersinyal Ngemplak

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Antrian		Tundaan	
			Panjang (m)	NQ (smp)	rata-rata (det/smp)	total (smp.det)
Utara	406	0.950	113	18	101.35	39059.12
Selatan	440	0.929	101	17	88.23	36096.00
Timur	730	0.943	126	27	76.07	52413.48
Barat	943	0.928	143	32	65.32	57134.23

Sumber: Hasil perhitungan MKJI 1997

Tabel 4.24. Kinerja Simpang Bersinyal Gemblegan

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Antrian		Tundaan	
			Panjang Antrian (m)	NQ (smp)	rata-rata (det/smp)	total (smp.det)
Utara	12	0.926	93	19	78.05	39452.23
Selatan	1032	0.922	145	32	59.33	56439.21
Timur	465	0.929	101	17	83.59	36087.59
Barat	628	0.933	117	22	75.23	44068.42

Sumber: Hasil perhitungan MKJI 1997



#### 4.10. Konsumsi Bahan Bakar

Dari hasil perhitungan tundaan pada SIG-V dapat diketahui lama tundaan dan yang terjadi pada masing masing pendekat di Simpang Panggung, Simpang Ngemplak, dan Simpang Gemblegan. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak untuk meninggalkan masing-masing pendekat. Formulasi yang digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan bakar adalah formulasi dari LAPI-ITB yang telah dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang. Konsumsi bahan bakar dihitung saat kendaraan *idle* (diam) dengan berdasarkan pada lama tundaan yang terjadi pada masing-masing pendekat simpang bersinyal

Contoh perhitungan untuk konsumsi bahan bakar pada simpang panggung pendekat utara.

$$\begin{aligned} F &= 140. 10^{-2} (\text{liter/smp.jam}) \times \text{tundaan (jam)} \\ &= 140. 10^{-2} \times (92,16 / 3600) \text{ liter/smp} \\ &= 0.04 \text{ liter/smp} \end{aligned}$$

dengan :

$$F = \text{Konsumsi BBM pada saat } \textit{idle} \text{ (liter/smp-jam)}$$

Konsumsi bahan bakar masing-masing pendekat pada simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gemblegan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.25. Konsumsi bahan bakar pada simpang panggung

Pendekat	tundaan (jam)	konsumsi BBM (liter/smp)
Utara	0.03	0.04
Selatan	0.02	0.03
Timur	0.02	0.03
Barat	0.02	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>0.09</b>	<b>0.12</b>

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4.26. Konsumsi bahan bakar simpang ngemplak

Pendekat	tundaan (jam)	konsumsi BBM (liter/smp)
Utara	0.03	0.04
Selatan	0.02	0.03
Timur	0.02	0.03
Barat	0.02	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>0.09</b>	<b>0.13</b>

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4.27. Konsumsi bahan bakar simpang gemblegan

Pendekat	tundaan (jam)	konsumsi BBM (liter/smp)
Utara	0.02	0.03
Selatan	0.02	0.02
Timur	0.02	0.03
Barat	0.02	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>0.08</b>	<b>0.12</b>

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui besar konsumsi bahan bakar pada tiap-tiap pendekat simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gemblegan. Konsumsi bahan bakar pada simpang panggung sebesar **0.12 liter/smp**. Konsumsi bahan bakar pada simpang ngemplak sebesar **0,13 liter/smp**. Konsumsi bahan bakar pada simpang gemblegan sebesar **0,12 liter/smp**.

## 4.11. Analisis Data

### 4.11.1. Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Kinerja suatu simpang bersinyal akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar yang terbangun pada simpang tersebut. Penelitian ini akan menganalisis hubungan antara kinerja simpang bersinyal berupa tundaan dengan konsumsi bahan bakar di simpang bersinyal panggung, ngemplak, dan gemblegan. Kinerja simpang pada kondisi eksisting. Hubungan kinerja simpang dan konsumsi bahan bakar kendaraan diketahui dengan melakukan analisis regresi linier sederhana.

Persamaan regresi linier sederhana untuk kinerja simpang berupa tundaan.

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana : Y = nilai konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas)

X = nilai kinerja simpang berupa tundaan (variabel bebas)

Input data yang digunakan untuk melakukan analisis statistik pada persamaan tersebut adalah data hasil perhitungan kinerja simpang bersinyal dan konsumsi bahan bakar pada simpang panggung, ngemplak, dan gemblegan. Kinerja simpang bersinyal yang digunakan pada persamaan berupa tundaan. Analisis yang dilakukan adalah konsumsi bahan bakar tiap lengan simpang. Data kinerja eksisting simpang bersinyal dan konsumsi bahan bakar seperti ditunjukkan pada tabel 4.22. sampai dengan tabel 4.27.

Analisis ini menggunakan bantuan software SPSS 17. Hubungan atau persamaan yang diperoleh akan dianalisis secara statistik untuk menunjukkan kevalidan data maupun hasil analisis dari survey di lapangan. Uji yang dilakukan meliputi uji Signifikansi (uji-t) dan Uji Simultan (uji F). Analisis data berdasarkan model persamaan regresi linier sederhana dengan program SPSS17 metode Enter.

Output data yang akan dihasilkan adalah sebagai berikut :

- Tabel *Correlations* yang menunjukkan koefisien korelasi (r), digunakan untuk mengetahui adanya hubungan yang kuat antara dua variabel (hubungan variabel bebas dengan variabel tidak bebas).
- Tabel *Model Summary* yang menunjukkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), merupakan presentase pengaruh variabel bebas terhadap variabel tidak bebas.
- Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) yang menunjukkan nilai  $F_{hitung}$ , digunakan untuk mengetahui apakah semua variabel bebas secara bersama-sama (simultan) mempunyai pengaruh terhadap variabel tidak bebas.
- Tabel *Coefficients* yang menunjukkan koefisien regresi dan nilai  $t_{hitung}$ , digunakan untuk menyusun persamaan regresi dan mengetahui pengaruh setiap variabel bebas terhadap variabel tidak bebas.

Berikut *input* untuk analisis data dengan menggunakan program *SPSS 17*.

Tabel 4.28. *Input* data program *SPSS 17* untuk X berupa tundaan rata-rata (dalam jam)

<b>Y</b>	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
<b>X</b>	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Sumber : Hasil olahan data primer

Berikut adalah hasil analisis hubungan kinerja simpang bersinyal terhadap konsumsi bahan bakar pada simpang panggung, ngemplak, dan gemblegan dengan menggunakan program *SPSS17* metode Enter.

- Tabel *Correlations*

Tabel 4.29. Hasil *Correlations SPSS17* metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan.

		BBM	tundaan
Pearson Correlation	BBM	1.000	.832
	tundaan	.832	1.000
Sig. (1-tailed)	BBM	.	.000
	tundaan	.000	.
N	BBM	12	12
	tundaan	12	12

Sumber: hasil analisis *SPSS*

- Tabel *Model Summary*

Tabel 4.30. Hasil *Model Summary SPSS17* metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.832 <sup>a</sup>	.691	.661	.00300

a. Predictors: (Constant), tundaan

b. Dependent Variable: BBM

Sumber: hasil analisis *SPSS*

- Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA)

Tabel 4.31. Hasil ANOVA SPSS 17 metode enter antara konsumsi BBM dengan tundaan

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.000	1	.000	22.407	.001 <sup>a</sup>
	Residual	.000	10	.000		
	Total	.000	11			

a. Predictors: (Constant), tundaan

b. Dependent Variable: BBM

Sumber: hasil analisis SPSS

- Tabel *Coefficients*

Tabel 4.32. Hasil *Coefficients* SPSS 17 metode enter antara konsumsi bahan bakar dengan tundaan.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	.007	.005		1.370	.201		
	tundaan	1.100	.232	.832	4.734	.001	1.000	1.000

a. Dependent Variable: BBM

Sumber: hasil analisis SPSS

Dari tabel 4.32 diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y = 0,007 + 1,1 X \dots\dots\dots(4.5)$$

Dimana : Y = nilai konsumsi bahan bakar (variabel tidak bebas)

X = nilai tundaan (variabel bebas)

**4.11.2. Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis regresi sederhana dengan model persamaan linier menggunakan program SPSS 17 dengan metode *enter*, maka akan diketahui nilai koefisien korelasi, koefisien determinasi, hasil uji Varian (Uji-F), dan hasil uji signifikansi (Uji-t).

### 1. Koefisien Korelasi

Berdasarkan Tabel 4.32, 4.33, 4.34, dan 4.35 didapatkan nilai koefisien korelasi hubungan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas. Nilai  $r_{\text{teoritik}} = r_{(0,05;12)} = 0,5324$  (untuk tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 % dan jumlah data (N) = 12), sehingga dapat dilakukan pengujian nilai koefisien korelasi guna mengetahui apakah koefisien korelasi signifikan secara statistik atau tidak ( yang berarti ada hubungan yang kuat atau tidak antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas).

Hipotesis yang digunakan adalah :

- $H_0 : r = 0$ , hal ini berarti bahwa koefisien korelasi tidak signifikan.
- $H_A : r \neq 0$ , hal ini berarti bahwa koefisien korelasi signifikan.

Pengambilan keputusan yakni membandingkan nilai  $r_{\text{hitung}}$  dan  $r_{\text{teoritik}}$ , maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Koefisien korelasi variabel tundaan memiliki nilai yang lebih besar dari nilai  $r_{\text{teoritik}} = 0,5324$ , maka  $H_0$  ditolak dan korelasi signifikan secara statistik (dengan kata lain terdapat hubungan antara tundaan terhadap konsumsi bahan bakar).

### 2. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Berdasarkan Tabel 4.30. hasil koefisien determinasi  $R^2=0.691$ , menunjukkan bahwa dalam model ini tundaan (x) berpengaruh sebesar 69,1% terhadap konsumsi bahan bakar (y) dan sisanya 30,9% dipengaruhi faktor lain. Hasil koefisien korelasi  $r = 0.832$  menunjukkan bahwa hubungan yang erat antara variabel konsumsi bahan bakar ( y ) dengan tundaan (x). *Standart error of the Estimate*  $S_{e_i} = 0,003$  mempunyai arti tingkat kesalahan estimasi dari model persamaan tersebut lebih kecil dari standar deviasi variabel tidak bebas 0,00515 sehingga model regresi linier cukup baik dalam memprediksi nilai variabel tidak bebas Y.

### 3. Uji Simultan (Uji F)

Perumusan hipotesis

- $H_0$  : variasi perubahan nilai variabel bebas (X) tidak dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel tidak bebas (Y) atau variabel bebas (X) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel tidak bebas (Y).
- $H_A$  : variasi perubahan nilai variabel bebas (X) dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel tidak bebas (Y) atau variabel bebas (X) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel tidak bebas (Y).

Untuk mencari nilai  $F_{tabel}$  diperlukan nilai  $df_1 = 1$  dan  $df_2=10$ , sehingga  $F_{tabel} = F_{(0,05;1;10)} = 4,96$ , maka:

Dari tabel 4.31 diperoleh  $Sig.=0.000$  dan nilai  $F = 22,407$ . Karena  $\alpha = 0.05 > Sig = 0.001$  maka  $H_0$  ditolak. Karena nilai  $F_{hitung} 22,407 > F_{tabel} = 4,96$ , maka  $H_0$  ditolak. Dengan kata lain, ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel tak bebas.

### 4. Uji Signifikansi (Uji-t)

Perumusan hipotesis

- $H_0$  :  $\beta = 0$ , hal ini berarti bahwa variabel bebas (X) tidak berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y) atau koefisien regresi tidak signifikan.
- $H_A$  :  $\beta \neq 0$ , hal ini berarti bahwa variabel bebas (X) berpengaruh terhadap variabel tidak bebas (Y) atau koefisien regresi signifikan.

Untuk tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %, jumlah variabel bebas (k) = 1 dan derajat kebebasan (df) =  $N - k - 1 = 12 - 1 - 1 = 10$ , diperoleh  $t_{tabel} = t_{(0,025;10)} = 2,23$ .

Dari tabel 4.32, Koefisien  $\beta$  (tundaan), diperoleh  $t = 4,734$  dan  $Sig. = 0.001$ . nilai  $t_{hitung} = 4,734 > t_{tabel} = t_{(0,025;10)} = 2,23$ , maka  $H_0$  ditolak dan dapat dikatakan bahwa  $\beta$  signifikan dalam model.

Berdasarkan pembahasan analisis data yang sudah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa :

#### 1. Berdasarkan koefisien korelasi

Tundaan memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0.832 yang berarti memiliki korelasi yang erat terhadap konsumsi bahan bakar.

*commit to user*

2. Berdasarkan hasil analisis, model regresi linier dengan variabel bebas kinerja simpang berupa tundaan cukup baik dalam memprediksi nilai variabel tidak bebas konsumsi bahan bakar (Y).
3. Hasil analisis menunjukkan variabel bebas berupa tundaan memiliki pengaruh besar terhadap konsumsi bahan bakar pada simpang bersinyal dan memiliki hubungan linier positif, artinya semakin tinggi nilai tundaan semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang terbuang.





## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simpang bersinyal di Kota Surakarta, dalam penelitian ini pada simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gembengan saat jam puncak menunjukkan bahwa kapasitas simpang pada kondisi jenuh dalam menampung arus lalu lintas yang ada. Hal ini dapat diketahui dari nilai derajat kejenuhan pada masing-masing pendekatan simpang panggung, simpang ngemplak, dan simpang gembengan yang lebih besar dari 0,85, mengakibatkan semakin bertambahnya panjang antrian, lama tundaan, dan kemacetan.
2. Besar konsumsi bahan bakar yang terbuang pada simpang bersinyal di Kota Surakarta, pada simpang panggung sebesar 0,12 liter/smp dengan total tundaan 307.80 det/smp. Pada simpang Ngemplak konsumsi bahan bakar yang terbuang sebesar 0,13 liter/smp dengan total tundaan 330.97 det/smp. Konsumsi bahan bakar yang terbuang pada simpang gembengan sebesar 0,12 liter/smp dengan total tundaan 296.20 det/smp.
3. Hasil analisis menunjukkan kinerja simpang bersinyal berupa tundaan memiliki pengaruh besar terhadap konsumsi bahan bakar pada simpang bersinyal, artinya semakin tinggi nilai tundaan semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang terbuang. Hasil ini sesuai dengan hipotesa awal bahwa konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor pada saat *idle* (diam) di simpang bersinyal dipengaruhi oleh lama tundaan.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan survei, analisis data, dan pembahasan, maka terdapat beberapa hal yang dapat disarankan:

*commit to user*

1. Pengaturan lalu lintas terhadap kendaraan-kendaraan khusus yang akan melewati simpang bersinyal panggung, ngemplak, dan gemblegan. Hal ini agar arus yang melewati simpang-simpang tersebut sedikit berkurang sehingga mengurangi derajat kejenuhan dan tentunya dapat mengurangi konsumsi bahan bakar.
2. Pengaturan kembali waktu siklus pada simpang bersinyal panggung, ngemplak, dan gemblegan agar tidak terjadi antrian kendaraan yang terlalu panjang. Hal ini untuk mengurangi waktu tundaan dan jumlah konsumsi bahan bakar yang terbuang pada simpang-simpang tersebut.
3. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan persamaan yang lebih bervariasi dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar, sehingga tidak terbatas pada tundaan. Menggunakan metode lain dalam menganalisis pengaruh kinerja simpang terhadap konsumsi bahan bakar, dan dapat dikembangkan dengan menambah jumlah simpang agar hasilnya lebih akurat dan teliti, serta ditambahkan biaya nominal yang dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar.