



**PENGARUH PENUTUPAN PINTU PERLINTASAN
KERETA API TERHADAP TUNDAAN DAN PANJANG
ANTRIAN KENDARAAN PADA JALAN RAYA MALANG -
SURABAYA KM.10**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh :

Andi Syaiful Amal

L4A 099 008

**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003**

OPT-PUSTAK-UNDIP

**PENGARUH PENUTUPAN PINTU LINTASAN KERETA API
TERHADAP TUNDAAN DAN PANJANG ANTRIAN KENDARAAN
PADA JALAN RAYA MALANG – SURABAYA KM. 10**

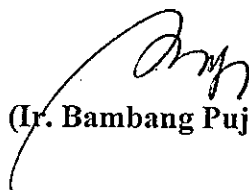
Disusun Oleh

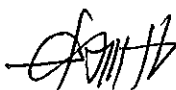
**Andi Syaiful Amal
NIM. L4A 099 088**

**Dipertahankan didepan Tim Penguji pada Tanggal :
24 Maret 2003**

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
Memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**





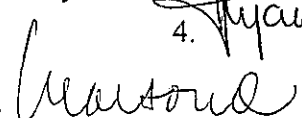
Pembimbing


(Ir. Bambang Pujiyanto, MT)


(Ir. Eko Mujihartono, MSP)

Tim Penguji :

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| 1. Ir. Bambang Pujiyanto, MT | (Ketua) |
| 2. Ir. Eko Mujihartono, MSP | (Sekretaris) |
| 3. Ir. YI. Wicaksono, MS | (Anggota 1) |
| 4. Ir. Mujiastuti Handayani, MT | (Anggota 2) |
| 5. Ir. Sumarsono, MS | (Anggota 3) |

- | | |
|--|--|
| 1.  | 2.  |
| 3.  | 4.  |
| 5.  | |



ABSTRAK

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan oleh suatu kendaraan yang bergerak untuk melalui persimpangan dibandingkan dengan melalui perlintasan tanpa persimpangan. Persimpangan atau pertemuan sebidang antara dua jenis prasarana transportasi dalam hal ini antara jalan raya dengan jalan rel merupakan bentuk pertemuan yang sering menimbulkan tundaan. Peranan sistem kontrol pada pertemuan atau perlintasan dalam bentuk pintu perlintasan tersebut pada saat ini telah banyak yang dioperasikan secara semi otomatis. Permasalahn yang tampak adalah bila volume kendaraan pada pendekatan perlintasan sedemikian besar, maka akan menimbulkan tundaan dan panjang antrian kendaraan yang cukup berarti.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tundaan (*delay*) dan panjang antrian kendaraan yang terjadi akibat variasi durasi penutupan pintu perlintasan kereta api, untuk berbagai variasi volume arus lalu lintas dan selanjutnya mencari model yang sesuai untuk menggambarkan hubungan antara variabel tersebut. Lokasi penelitian dilakukan pada perlintasan 53 pada ruas jalan raya Malang - Surabaya Km.10. Survai terhadap arus lalu lintas dilakukan dengan pengamatan terhadap jenis kendaraan mobil penumpang, bus dan truk yang menuju pendekatan perlintasan. Variabel yang diambil adalah durasi penutupan pintu perlintasan, volume arus lalu lintas, waktu *stopped delay* dan panjang antrian kendaraan.

Dari model yang dikembangkan dengan menggunakan program SPSS, model linier berganda menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model Logarithmic, Quadratic, Cubic dan Exponential. Model tundaan dan panjang antrian kendaraan tersebut adalah $Y_1 = -26.321 + 1.487 X_1 + 4.368 X_2$ dengan $R^2 = 0.461$, $T = 2.599$, $F = 23.403$ dan $Y_2 = -159.387 + 1.874 X_1 + 6.589 X_2$ dengan $R^2 = 0.483$, $T = 2.867$, $F = 23.403$. Serta $Y_1 = 14.804 + 0.209 X_1 + 1.174 X_2$ dengan $R^2 = 0.567$, $T = 3.427$, $F = 92.845$ dan $Y_2 = 19.966 + 0.219 X_1 + 0.975 X_2$ dengan $R^2 = 0.601$, $T = 4.317$, $F = 106.923$.

Model tersebut secara statistik masih terlihat kurang baik, hal ini ditunjukkan dari nilai R^2 , T dan F yang masih relatif rendah. Disamping itu terdapat inkonsistensi antara model tundaan dan panjang antrian kendaraan yang disebabkan karena adanya kekurang konsistensi antara survai tundaan dan panjang antrian kendaraan.

ABSTRACTION

Delay is additional time needed by vehicle to pass intersection compared to junction without intersection. Intersection or a level junction between two types of transportation systems, in this case between roadway and railway, often generates delay. Semi automatic intersection gates have been operated at some intersection or junction. The problem appeared when the vehicle volume closed to the junction is very high. It causes delay and queue length.

This research aims to know the characteristic of delay and vehicle queue length due to the variation of closing duration of junction gates and various of traffic volume, and to develop appropriate model of the relation between the variables. The research is conducted at junction 53 located at Km 10 Malang - Surabaya road. The observation of traffics are conducted to passenger cars, trucks and buses. The selected variables are closing duration of gate, traffic volume, time of stopped delay and vehicle queue length.

From developed model by using program of SPSS, double linier is the best mode of any model of Logarithmic, Quadratic, Cubic and Exponential Model the vehicle queue length and delay is $Y_1 = -26.321 + 1.487 X_1 + 4.368 X_2$ with $R^2 = 0.461$, $T = 2.599$, $F = 23.403$ and $Y_2 = -159.387 + 1.874 X_1 + 6.589 X_2$ with $R^2 = 0.483$, $T = 2.867$, $F = 23.403$ and also $Y_1 = 14.804 + 0.209 X_1 + 1.174 X_2$ with $R^2 = 0.567$, $T = 3.427$, $F = 92.845$ and $Y_2 = 19.966 + 0.219 X_1 + 0.975 X_2$ with $R^2 = 0.601$, $T = 4.317$, $F = 106.923$.

The model statistically is still unfavorable, it can be seen from the value of R^2 , T and is F which are relatively low. There are also inconsistency between model and observation of delay and vehicle queue length.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan bimbingan-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul “ Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan Dan Panjang Antrian Kendaraan Pada Jalan Raya Malang - Surabaya Km.10.

Dalam penulisan tesis ini tidak luput dari hambatan dan kesulitan akibat keterbatasan penulis. Namun atas bimbingan dan dorongan dosen serta pihak lainnya, akhirnya tesis ini dapat terwujud. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT dan Bapak Ir. Eko Mujihartono, MSP sebagai pembimbing yang sejak persiapan penulisan sampai dengan selesai tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA yang telah banyak memberi motivasi dan masukan yang berharga serta saran-sarannya.
3. Bapak Ir. Y.I. Wicaksono, MS dan Ibu Ir. Mudjiastuti Handajani, MT serta Bapak Ir. Sumarsono, MS selaku Tim Penguji atas masukan-masukan dan saran-sarannya.
4. Bapak Dr. Ir. Suripin, M.Eng. selaku ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
5. Para staf sekretariat Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang yang telah banyak memberi bantuan dan pelayanan selama mengikuti pendidikan dan penulisan tesis ini.
6. Bapak Rektor dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah banyak memberi bantuan moril maupun materiil.
7. Bapak-bapak petugas jaga perlintasan 53 Malang yang telah memberikan kesempatan, dukungan dan masukan yang berharga.

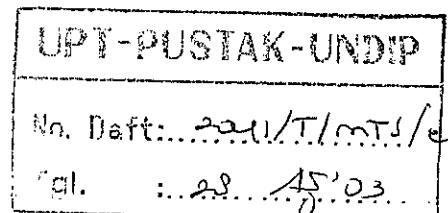
8. Isteriku U'un Rositawati, ST dan anak-anakku Ais dan Tasya yang telah banyak memberi dukungan semangat yang sangat membantu dalam penyelesaian tesis ini.
9. Serta para rekan-rekan mahasiswa Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang angkatan 1999 / 2000 yang telah memberi banyak dukungan dalam tesis ini yang penuh suka dan duka tak terlupakan.

Semoga amal kebaikan Bapak/Ibu dan Saudara-saudara sekalian mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Amin.

Semarang, April 2003

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI DAN LAMBANG	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	1
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Pembatasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Transportasi	5
2.2. Persimpangan (<i>Intersection</i>)	5

2.3. Pergerakan Lalu Lintas Di Persimpangan	7
2.4. Tundaan (<i>Delay</i>)	9
2.5. Panjang Antrian	11
2.6. Perintasan	11
2.7. Arus Lalu Lintas (<i>Traffic Flow</i>)	12
2.8. Sistem Kontrol Perlintasan	13
2.9. Model	14
2.10. Model Regresi	15
2.11. Pengujian Statistik	16
2.11.1. Analisis Regresi	16
2.11.2. Analisis Koefisien Korelasi	18
2.11.3. Analisis Koefisien Determinasi	18
2.12. Pengujian Signifikansi	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Kerangka Pikir	22
3.2. Pengumpulan Data	23
3.3. Lokasi Penelitian	23
3.4. Pengambilan Data	25
3.4.1. Alat Yang Digunakan	25
3.4.2. Data Arus Lalu Lintas	26
3.4.3. Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan	26
3.4.4. Data Tundaan (<i>Stopped Delay</i>)	27
3.4.5. Data Panjang Antrian Kendaraan	28

3.5. Reduksi Data	29
3.6. Analisis Data	29
BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA	
4.1. Pengumpulan Data	31
4.2. Analisis Jumlah Sampel	31
4.3. Analisis Durasi Penutupan	32
4.4. Analisis Arus Lalu Lintas	38
4.5. Analisis Tundaan Dan Panjang Antrian Kendaraan	46
4.6. Analisis Regresi	62
4.7. Model Regresi Linier	62
4.8. Analisis Variansi Dan Uji Signifikansi	66
4.9. Pengaruh Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Uraian	Halaman
2.1	: Nilai emp Pendekat Terlindung dan Terlawan	13
4.1	: Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Arah Malang - Surabaya	33
4.2	: Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Arah Surabaya - Malang	35
4.3	: Data Arus Lalu Lintas Arah Malang - Surabaya	38
4.4	: Data Arus Lalu Lintas Arah Surabaya - Malang	41
4.5	: Data <i>Stopped Delay</i> Dan Panjang Antrian Kendaraan Arah Malang - Surabaya	47
4.6	: Data <i>Stopped Delay</i> Dan Panjang Antrian Kendaraan Arah Surabaya - Malang	50
4.7	: Model Tundaan (<i>Delay</i>) Arah Malang - Surabaya	63
4.8	: Model Tundaan (<i>Delay</i>) Arah Surabaya - Malang	63
4.9	: Model Panjang Antrian Kendaraan Arah Malang - Surabaya	64
4.10	: Model Panjang Antrian Kendaraan Arah Surabaya - Malang	65
4.11	: Uji Signifikansi Regresi Model Tundaan (<i>Delay</i>) Arah Malang - Surabaya	66
4.12	: Uji Signifikansi Regresi Model Tundaan (<i>Delay</i>) Arah Surabaya - Malang	67
4.13	: Uji Signifikansi Regresi Model Panjang Antrian Kendaraan Arah Malang - Surabaya	68
4.14	: Uji Signifikansi Regresi Model Panjang Antrian Kendaraan Arah Surabaya - Malang	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Uraian	Halaman
3.1	: Diagram Alur Penelitian	22
3.2	: Lokasi Penelitian	24
4.1	: Durasi Penutupan Pintu Perlintasan	37
4.2	: Arus Lalu Lintas Jalan Raya Malang - Surabaya Km.10	45
4.3	: Perilaku Kendaraan di Lajur Satu Arah Malang - Surabaya	55
4.4	: Perilaku Kendaraan di Lajur Dua Arah Surabaya - Malang	56
4.5	: Panjang Antrian Kendaraan Dan <i>Stopped Delay</i> Arah Malang - Surabaya Lajur Satu.....	58
4.6	: Panjang Antrian Kendaraan Dan <i>Stopped Delay</i> Arah Malang - Surabaya Lajur Dua.....	59
4.7	: Panjang Antrian Kendaraan Dan <i>Stopped Delay</i> Arah Surabaya - Malang Lajur Satu	60
4.8	: Panjang Antrian Kendaraan Dan <i>Stopped Delay</i> Arah Surabaya - Malang Lajur Dua	61

DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI

Lambang dan Notasi

D_s	stopped delay (detik)
n	jumlah kendaraan yang berhenti
T_{si}	waktu saat kendaraan ke i berhenti
T_{Ei}	waktu saat kendaraan ke i start
PHF	faktor jam puncak
V	volume selama 1 jam (kendaraan / jam)
a	konstanta regresi linier
b_1, b_2, b_n	koefisien regresi linier
X_1, X_2, X_n	variabel bebas / independen
Y	nilai variabel dependen yang dicari dari persamaan regresi
X	variabel independen dalam eksperimen
r	koefisien korelasi
R^2	koefisien determinasi
df	derajat kebebasan
α	derajat kepercayaan
\bar{Y}	rata-rata dari sampel variabel Y
Y_i	variabel dependen dalam eksperimen
$n_{1,2}$	jumlah sampel untuk satu variabel
π	ukuran probabilitas sampel yang sukses

$Z_{0,5\gamma}$	nilai tabel normal untuk derajat koefisien tertentu
b	proporsi perkiraan terjadinya kekeliruan
H_0	hipotesis aktual yang diuji
t	nilai hasil uji kestabilan koefisien regresi model

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I : Data Tundaan Dan Panjang Antrian Kendaraan Per-Lajur Arah Malang - Surabaya Dan Arah Surabaya - Malang	1
Lampiran II : Data Arus Lalu Lintas Arah Malang - Surabaya Dan Arah Surabaya - Malang	15
Lampiran III : Hasil Transformasi Regresi Linier Berganda Untuk Hubungan Durasi Penutupan Dan Arus Lalu Lintas Dengan Tundaan (Delay) Dan Panjang Antrian Kendaraan Per-Lajur Arah Malang - Surabaya Dan Arah Surabaya - Malang	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam suatu sistem jaringan jalan raya, persimpangan merupakan simpul konflik yang terjadi antar arus lalu lintas pada sistem jaringan jalan. Tingkat efisiensi jaringan jalan sangat ditentukan oleh kinerja persimpangan. Karena pada persimpangan terjadi hambatan yang lebih tinggi sehingga terjadi penurunan kecepatan, tundaan, dan antrian kendaraan yang panjang yang mengakibatkan naiknya biaya operasi kendaraan dan penurunan kualitas lingkungan.

Peranan sistem kontrol pada pertemuan dua jalur prasarana transportasi tersebut (di Indonesia disebut perlintasan) saat ini banyak yang telah dioperasikan secara otomatis. Permasalahan yang tampak adalah walaupun sistem kontrol tersebut telah dioperasikan dengan benar, bila volume kendaraan pada pendekatan lintasan sedemikian besar maka akan menimbulkan tundaan dan panjang antrian yang cukup berarti. Pada saat itu pula menimbulkan / terjadi suatu gangguan pada sistem transportasi, ditandai dengan kinerja perlintasan yang menurun dan tidak mungkin akan merangsang timbulnya problema transportasi lainnya dan akan menimbulkan kerugian besar bagi pengguna jalan.

1.2. Permasalahan

Yang menjadi permasalahan di dalam penelitian ini adalah :

UPT-PUSTAK-UNDIP

1. Tundaan yang disebabkan oleh adanya penutupan pintu perlintasan kereta api sudah mengganggu / belum dari sistem lalu lintas dan pengguna jalan pada ruas tersebut.
2. Berapa besar tundaan dan panjang antrian kendaraan yang disebabkan oleh adanya gangguan pada sistem transportasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui besarnya tundaan dan panjang antrian kendaraan yang terjadi akibat pengaruh penutupan perlintasan kereta api.
2. Melakukan identifikasi karakteristik tundaan dan panjang antrian yang terjadi akibat variasi penutupan pintu perlintasan kereta api.
3. Memformulasikan pengaruh penutupan perlintasan kereta api terhadap tundaan dan panjang antrian kendaraan pada kondisi variasi arus lalu lintas yang ada.
4. Mencari model yang sesuai untuk menggambarkan hubungan tundaan dan panjang antrian kendaraan pada masing-masing lajur yang ditinjau.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat kepada ilmu pengetahuan berupa :

1. Informasi tentang karakteristik penutupan pintu perlintasan kereta api dan pengaruhnya terhadap tundaan dan panjang antrian kendaraan.
2. Informasi tentang besarnya tundaan dan antrian yang terjadi dalam bentuk model yang representatif terhadap kondisi yang sebenarnya.

3. Informasi tentang karakteristik masing-masing lajur pada ruas yang ditinjau, dilihat dari kondisi tundaan dan panjang antrian kendaraan yang terjadi.
4. Memberikan rangsangan kepada para peneliti lainnya di bidang ilmu pengetahuan khususnya sistem transportasi.
5. Memberikan masukan yang membangun kepada pihak yang berkepentingan dalam menentukan keputusan di bidang manajemen lalu lintas khususnya di daerah perlintasan kereta api.

1.5. Pembatasan Masalah

Untuk menghindari penelitian yang terlalu luas dan untuk memberikan arah yang lebih terfokus serta mempermudah penyelesaian masalah dengan baik yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka perlu adanya pembatasan sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di perlintasan jalan raya Malang - Surabaya Km. 10.
2. Parameter yang digunakan adalah durasi penutupan, tundaan , panjang antrian dan arus lalu lintas.
3. Kendaraan yang diperhitungkan dalam tundaan dan panjang antrian hanya kendaraan pertama dan kendaraan paling akhir dalam masing-masing lajur antrian.
4. Pengaruh dari geometrik jalan, jenis dan kekasaran permukaan jalan, cuaca dan sebagainya tidak diperhitungkan.
5. Pengambilan data dilakukan pada jam 07.00 - 18.00 (selama 7 hari) dengan interval waktu penutupan sesuai dengan kedatangan kereta api saat melintasi perlintasan 53.

1.6.. Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini penulisan dilakukan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dikemukakan tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini, yang berkenaan dengan latar belakang , permasalahan utama, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian / pembatasan masalah, kerangka pikir dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dikemukakan tentang teori-teori yang dijadikan dasar dalam pembahasan dan penganalisaan masalah serta beberapa istilah dari studi literatur yang berhubungan dengan penulisan ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dikemukakan mengenai pendekatan dari teori yang telah dijabarkan yang kemudian diuraikan menjadi suatu bahan usulan pemecahan masalah yang berbentuk langkah-langkah yang akan ditempuh dalam pemecahan masalah yang akan dihadapi.

BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

Bab ini berisi analisis dan pemecahan masalah terhadap hasil pengolahan data yang telah ditentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dikemukakan tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran dari penulis berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam bab sebelumnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Transportasi

Transportasi merupakan proses pergerakan atau perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lain untuk tujuan tertentu. Manusia selalu berusaha mencapai efisiensi transportasi, yaitu berusaha mengangkut barang atau orang dengan waktu secepat mungkin dan dengan pengeluaran biaya sekecil mungkin.

Kegiatan transportasi mencakup bidang yang sangat luas seperti ekonomi, sosial, politik, budaya dan hankam. Terdapat tiga jenis moda yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jasa transportasi, yaitu moda darat, laut dan udara. Untuk melayani kebutuhan pelayanan jasa transportasi dalam kota, hanya digunakan moda darat, yaitu moda rel (kereta api), moda jalan raya (bus kota dan angkutan kota) serta moda paratransit lainnya.

2.2. Persimpangan (*Intersection*)

Persimpangan adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih saling bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas-fasilitas yang ada dipinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Morlok, 1988). Persimpangan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu persimpangan dengan lampu (*signalized intersection*) dan persimpangan tanpa lampu (*unsignalized intersection*). Pada persimpangan dengan lampu, fasilitas-fasilitas yang ada berupa sinyal lalu lintas (*traffic light*

) dan bundaran (*rotary intersection*). Sedangkan pada persimpangan tanpa lampu, fasilitas-fasilitas yang ada berupa prioritas atau kanalisasi.

Menurut HCM, 1997, pada suatu persimpangan umumnya sinyal lalu lintas ini dipergunakan untuk alasan sebagai berikut :

1. Untuk menghindari kemacetan persimpangan akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah berlawanan.

Karakteristik utama dari transportasi adalah bahwa setiap pengemudi bebas memilih rutanya sendiri di dalam jaringan transportasi yang ada dan karena itu perlu disediakan persimpangan-persimpangan untuk menjamin aman dan efisiensinya arus lalu lintas yang hendak pindah dari suatu ruas jalan ke ruas jalan lainnya (Morlok, 1988 : 736).

Persimpangan jalan terdiri dari dua katagori utama, yaitu persimpangan sebidang (*intersection*) dan persimpangan tak sebidang yang sering disebut dengan *interchange*. Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya, seperti misalnya pada persimpangan di jalan-jalan kota. Sebaliknya, persimpangan tak sebidang adalah memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda-beda sedemikian rupa, sehingga persimpangan jalur dari kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu pada jalur gerak yang sama. Berbagai jenis persimpangan sebidang mencerminkan pola pengaturan dari jalan-jalan,

derajat pemisahan dari gerakan-gerakan berlawanan tertentu, volume lalu lintas yang harus ditampung dan kecepatan serta luas daerah yang disediakan untuk fasilitas tersebut. Untuk melihat sebab terjadinya kecelakaan, maka harus memperhatikan apa yang terjadi di persimpangan-persimpangan (Hobb, 1995 : 448). Dimanapun arus lalu lintas memotong arus yang lain, disanalah tempat kemungkinan terjadinya kecelakaan. Titik potong ini disebut titik konflik yang terjadi setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara mengukur volume aliran untuk seluruh pergerakan kendaraan. Masing-masing titik kemungkinan menjadi tempat terjadinya kecelakaan dan tingkat keparahan kecelakaannya berkaitan dengan relatif suatu kendaraan. Apabila ada pejalan kaki yang menyeberang jalan pada pertemuan jalan tersebut, maka konflik langsung antara kendaraan dengan pejalan kaki akan meningkat. Untuk frekuensinya sekali lagi tergantung pada jumlah dan arah kendaraan dan pejalan kaki.

2.3. Pergerakan Lalu Lintas di Persimpangan

Menurut Hobb (1995 : 448) gerakan kendaraan pada sebuah jalur gerak merupakan hal yang terpenting dalam pertimbangan kapasitas dan pelayanan suatu sistem transportasi. Gerakan pemisahan (*diverging*) merupakan gerakan yang paling sederhana untuk dilakukan sebagaimana keputusan pengemudi terbatas untuk memilih titik untuk meninggalkan arus secara tepat, dengan demikian tidak melibatkan pemilihan waktu gap yang tepat. Peringatan dini yang cukup dari titik meninggalkan arus diberikan untuk mempermudah pengemudi mengatur kecepatannya secara bertahap sesuai yang dibutuhkan dengan tepat. Pengemudi yang ingin melakukan gerakan penggabungan (*merging*) menuju suatu arus prioritas dipaksa

untuk memilih gap yang tepat. Persyaratan kritis adalah bahwa interval waktu dan jarak, diantara kedatangannya pada titik gabung yang disesuaikan dengan kecepatannya sendiri dan kendaraan yang datang selanjutnya pada arus utama. Ukuran gap untuk gerakan penggabungan sangat dipengaruhi oleh kecepatan relatif kendaraan, kondisi kecepatan relatif tinggi membutuhkan gap yang lebih besar untuk gerakan yang aman dan sebaliknya diperlukan gap yang lebih kecil pada kecepatan relatif rendah. gerakan penyilangan (*crossing*) tanpa kontrol, yaitu bila tidak terdapat arus utama sangat berbahaya sebab kedua pengemudi harus membuat keputusan yang memberikan hak untuk lewat terlebih dahulu kepada satu diantara keduanya. Gerakan menyalip-nyalip, berpindah-pindah jalur (*weaving*) dapat dianggap kasus dari gerakan penyilangan tetapi titik kejadian sebenarnya bersifat fleksibel, seperti gerakan menyalip pada pertemuan jalan bersudut kecil dimana sudutnya kurang dari 30 derajat. Gerakan menyalip-nyalip dan berpindah-pindah jalur ini harus diperlakukan secara terpisah dari gerakan penyilangan bukan tegak lurus secara langsung. Suatu contoh menyalip-nyalip dan berpindah-pindah jalur adalah yang terjadi pada bundaran dan diantara jalur penghubung masuk dan keluar pada pertemuan jalan tidak sebidang (tidak sama ketinggiannya). Pengaturan pergerakan pada persimpangan diperlukan untuk memperlancar arus lalu lintas pada persimpangan dan atau untuk menghindari kemacetan yang terjadi dipersimpangan. Pengaturan pergerakan tersebut dapat dilakukan dengan memasang rambu-rambu lalu lintas seperti tanda belok kiri, jalan terus, lurus jalan terus dan sebagainya. Juga bisa diatur dengan memasang kanal yang fungsinya untuk menyederhanakan gerakan-gerakan kendaraan.

2.4. Tundaan

Tundaan yang disebabkan oleh adanya gangguan pada arus lalu lintas akan mengakibatkan kinerja dari sistem lalu lintas terganggu. Tundaan akibat hentian (*stopped delay*) adalah tundaan yang terjadi pada kendaraan dengan kendaraan tersebut berada dalam kondisi benar-benar berhenti pada kondisi mesin masih hidup (*stationer*). Kondisi ini bila berlangsung lama, maka pada akhirnya akan mengakibatkan suatu kemacetan. Tundaan menggambarkan suatu kondisi yang tidak produktif, terutama bila dinilai dalam bentuk uang. Kondisi sistem transportasi dengan tundaan merupakan peningkatan dari proporsi biaya pada masyarakat, terutama yang menggunakan jasa dan fasilitas transportasi dengan kondisi sistem transportasi yang tidak efisien lagi. Sampai saat ini yang dapat dilakukan adalah upaya-upaya menekan terjadinya tundaan tetapi belum dapat sampai menghilangkan tundaan tersebut.

Tundaan akan mengakibatkan selisih waktu antara kecepatan perjalanan dan kecepatan bergerak. Pada sebagian besar pertemuan jalan, waktu operasi akan hilang terutama sekali pada pertemuan jalan yang sebidang, baik yang tidak diatur oleh lampu sinyal maupun yang diatur oleh lampu sinyal. Dalam kondisi kemacetan, waktu yang hilang akibat tundaan dan panjang antrian merupakan parameter yang sangat esensial dan merupakan hal yang sangat penting untuk ditangani.

Tundaan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, disebutkan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan Lalu lintas (*Vehicle Interaction Delay*) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan Geometri

(*Geometric Delay*) adalah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok simpang dan atau yang terhenti oleh lampu merah. Beberapa definisi tentang tundaan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Stopped delay* adalah waktu saat kendaraan berada dalam kondisi stasioner akibat adanya aktifitas pada persimpangan. *Stopped delay* disini sama pengertiannya dengan *stopped time*.
2. *Time in queue delay* adalah waktu sejak kendaraan pertama berhenti sampai kendaraan tersebut keluar dari antrian. Pada persimpangan, waktu kendaraan tersebut dari antrian dihitung saat kendaraan melewati stop line.

Studi tentang tundaan pada persimpangan, pada umumnya dilakukan secara terpisah pada tiap-tiap persimpangan. Metode yang digunakan berdasarkan pada studi waktu tempuh antara dua titik, dari satu lengan ke lengan lainnya dari persimpangan. Prinsip dari metode ini adalah suatu prosedur input dan output dengan *stopped delay* (D_s) yang dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$D_s = \sum_{i=1}^n (T_{si} - TE_i)$$

Keterangan :

- D_s : stopped delay (detik/kendaraan)
- n : total kendaraan yang berhenti
- T_{si} : waktu saat kendaraan ke i berhenti
- TE_i : waktu saat kendaraan ke i start

2.5. Panjang Antrian

Antrian kendaraan adalah fenomena transportasi yang tampak sehari-hari. Antrian dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Terdapat dua aturan dalam antrian, yaitu *first in, first out* (FIFO) dan *last in, first out* (LIFO). Dalam analisa pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api ini digunakan aturan antrian yang pertama, yaitu *first in, first out* hal ini disebabkan penyesuaian dengan kenyataan di lapangan dan kondisi pendekat lintasan. Dalam melakukan pengukuran panjang antrian, didalamnya harus meliputi pencacahan dari jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian pada suatu waktu tertentu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan penghitungan fisik kendaraan atau dengan memberi tanda (*placing mark along the road lenght*) pada jalan, sehingga mengindikasikan bahwa jumlah kendaraan yang berada dalam antrian akan dinyatakan dalam satuan panjang. Alternatif lain adalah dengan menggunakan video camera untuk merekam kondisi antrian yang terjadi untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

2.6. Perlintasan

Kapasitas dari jalan di perkotaan di bawah kondisi puncak, dipengaruhi oleh persimpangan itu sendiri. Bila jalan utama melayani volume lalu lintas yang rendah dan jalan

samping (jalan kecil sejajar jalan utama) hanya melayani kendaraan ringan, maka pertemuan jalan sebidang sederhana biasanya sudah memadai. Lain halnya jika pertemuan sebidang tersebut adalah perpotongan antara arus lalu lintas dua jenis moda transportasi yang berbeda, dalam hal ini jalan raya dengan jalan rel atau jalan kendaraan (mobil) dengan kereta api. Masing-masing jalur memiliki karakter transportasi yang berbeda dan tingkat pelayanan yang berbeda pula.

Di Indonesia pertemuan jalan sebidang antara jalan rel kerta api dengan jalan raya yang dikenal dengan istilah perlintasan. Pada perlintasan yang memiliki frekuensi yang rendah biasanya untuk alasan keamanan bagi masing-masing lalu lintas, maka lintasan dilengkapi dengan rambu " stop " ataupun " cross bugs ". Tetapi pada saat volume arus menjadi besar antara lalu lintas yang masuk dan yang keluar dari lintasan tersebut, maka pemasangan sistem kontrol menjadi sangat diperlukan.

2.7. Arus Lalu Lintas (*Traffic Flow*)

Menurut *Indonesian Highway Capacity Manual* (IHCM, 1997), perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu arah atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Pada kenyataannya, arus lalu lintas tidak selalu sama setiap saat. Variasi yang terjadi selama satu jam dinyatakan dalam faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor / PHF*), yaitu perbandingan antara arus lalu lintas jam puncak dengan 4 kali 15 menitan arus lalu lintas tertinggi pada jam yang sama.

$$PHF = \frac{V}{(4 \times V_{15})}$$

Keterangan :

PHF : faktor jam puncak (*peak hour faktor*)

V : volume selama 1 jam (kendaraan / jam)

V_{15} : volume selama 15 menit tersibuk pada jam
tersebut (kendaraan / 15 menit)

Arus lalu lintas (Q) untuk masing-masing gerakan, baik belok kiri, lurus maupun belok kanan dikonversikan dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan nilai ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing jenis pendekatan, yaitu pendekatan terlindung (*protected*) dan pendekatan terlawan (*oppesed*). Tipe pendekatan terlindung (P) adalah arus keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus. Sedangkan tipe pendekatan terlawan adalah arus keberangkatan dengan konflik antara gerak lalu lintas belok kanan dan gerakan lurus / belok kiri.

Tabel 2.1 : Nilai emp pendekatan terlindung dan terlawan

Jenis Kendaraan	Jalan Perkotaan	
	Pada ruas	Pada persimpangan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,2	1,3
Kendaraan motor (MC)	0,25	0,2

Sumber : Indonesian Highway Capacity Manual, 1997 : 2 - 10

2.8. Sistem Kontrol Perlintasan

Lampu kontrol dalam bentuk sinyal akan memberikan kinerja yang efektif untuk jaringan jalan raya bila dioperasikan dengan benar dan tepat. Akan tetapi peranan sistem kontrol atau sistem lalu lintas bukanlah sebagai penangkal terjadinya masalah lalu lintas seperti tundaan,

kemacetan, kecelakaan dan lain-lain. Fungsi utama dari sistem kontrol adalah memberikan hak berjalan (*right of way*) secara bergantian kepada beberapa pergerakan kendaraan dan orang di persimpangan.

Sistem lalu lintas yang didesain dan dioperasikan dengan benar dan tepat, pada umumnya mempunyai keuntungan bagi arus lalu lintas, antara lain :

1. Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga dapat meningkatkan daya dukung simpang dalam melayani arus kendaraan.
2. Mengurangi terjadinya kecelakaan, khususnya tabrakan *right angle* dan kendaraan dengan pejalan kaki.
3. Menciptakan *gap* dari arus kendaraan yang padat untuk memberikan hak berjalan bagi arus kendaraan lain atau pejalan kaki memasuki simpang juga menciptakan *platoon* dari arus yang padat.
4. Memberikan mekanisme kontrol lalu lintas yang lebih murah dan efektif dibandingkan dengan cara-cara manual.
5. Memberikan rasa percaya kepada pengendara bahwa hak berjalannya terjamin dan sikap disiplin.

2.9. Model

Pemodelan adalah suatu upaya mempresentasikan keadaan yang sesungguhnya dan ramalan yang akan keadaan yang akan datang. Suatu model dibangun atas dasar tingkat hubungan (korelasi) dari variabel-variabel yang mendukung. Dalam pemodelan tundaan dan panjang antrian, variabel yang digunakan adalah durasi penutupan pintu perlintasan.

Data lapangan dihitung dengan menggunakan regresi linier sederhana yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan uji koefisien korelasi, koefisien determinasi, uji t dan uji F. Dalam penelitian ini digunakan beberapa model yang nantinya akan dipilih model mana yang paling sesuai merepresentasikan keadaan yang terjadi di lapangan. Model tersebut antara lain

1. Linier : $Y = a + b_1.X$
2. Logarithmic : $Y = a + b_1.Ln (X)$
3. Quadratic : $Y = a + b_1 .X + b_2.X^2$
4. Cubic : $Y = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3$
5. Exponential : $Y = a. (e^{b_1.X})$

Keterangan :

- a : konstanta
- $b_{1,2,3}$: koefisien regresi
- $X_{1,2,3}$: variabel bebas
- e : bilangan alam = 2.714

Dengan menggunakan model ini, dicoba untuk memperkirakan keadaan dimasa mendatang dengan mengukur variabel bebas dan sampai seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel tidak bebas yang akan diramalkan.

2.10. Model Regresi

Model regresi adalah suatu model statistik untuk mengetahui hubungan antar sifat suatu permasalahan yang diselidiki. Dengan model regresi, diharapkan dapat memodelkan

hubungan dua variabel atau lebih, dimana terdapat variabel tidak bebas (Y) dan variabel bebas (X) atau lebih dari satu variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_n) dan terdapat hubungan fungsional antara variabel bebas dan variabel tidak bebas, yaitu Y sebagai fungsi dari X . Para ahli statistik menamakan hubungan fungsional tersebut dengan sebutan *Regresi Y pada X* .

Model regresi yang menentukan hubungan variabel tidak bebas (Y) dengan satu variabel bebas (X) disebut dengan Regresi Sederhana. Sedangkan model regresi yang menentukan hubungan variabel tidak bebas (Y) dengan dua atau lebih variabel bebas (X), disebut *Regresi Berganda*.

2.11. Pengujian Statistik

2.11.1. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan model matematis yang dapat digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara dua atau lebih variabel dan juga bisa untuk menghitung persamaan regresi linier sederhana dan regresi berganda, diagnosa, kolineritas, harga prediksi serta residual. Tujuan utama analisis regresi adalah untuk melakukan pengujian hubungan antara sebuah variabel dependen (tidak bebas) dengan satu atau beberapa variabel independen (bebas) yang ditampilkan dalam bentuk persamaan regresi. Jika variabel dependen dihubungkan dengan satu variabel independen saja, persamaan regresi yang dihasilkan adalah regresi linier sederhana (*linier regression*). Jika variabel independennya lebih dari satu, maka persamaan regresinya adalah persamaan regresi linier berganda (*multiple linier regression*). Adapun persamaan regresi sederhana adalah :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Y = variabel tidak bebas (dependen)

X = variabel bebas (independen)

a = nilai konstanta

b = koefisien regresi

Harga a dapat dihitung dengan persamaan :

$$a = \frac{\sum y(\sum x^2) - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Untuk persamaan regresi berganda / multiple regression adalah :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

Keterangan :

Y = variabel tidak bebas

a = nilai konstanta

b_1, b_2, b_n = kemiringan (slope) kurva linier

X_1, X_2, X_n = variabel bebas (independen)

2.11.2. Analisis Koefisien Korelasi

Analisis koefisien korelasi adalah alat statistik yang dapat digunakan untuk menentukan kuatnya hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas yang dinyatakan dengan nilai koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi adalah suatu ukuran asosiasi (linier) relatif antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi bervariasi antara -1 sampai dengan $+1$ ($-1 < r < +1$). Apabila nilai koefisien korelasi sama dengan 0 (nol), maka dikatakan tidak terdapat korelasi antara peubah bebas dan peubah tidak bebas, sedangkan apabila nilai koefisien korelasi sama dengan 1 (satu) dikatakan mempunyai hubungan yang sempurna. Nilai koefisien korelasi dihitung dengan rumus sebagai berikut ini :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{ (n \sum x^2 - (\sum x)^2) \} \{ (n \sum y^2 - (\sum y)^2) \}}} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Sebagai koefisien penentu digunakan koefisien determinasi (R^2) yang dihitung dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi

2.11.3. Analisis Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi adalah korelasi antara nilai Y dan Y ditulis R , yang disajikan secara statistik dalam bentuk R^2 . Besarnya nilai koefisien determinasi menunjukkan besarnya persentase pengaruh semua variabel independen terhadap nilai variabel dependen. Besarnya nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 (nol) sampai dengan 1 (satu). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- R = koefisien determinasi
- Y = variabel tidak bebas yang dicari dari persamaan regresi
- \bar{Y} = rata-rata nilai variabel tidak bebas aktual
- Y_i = nilai variabel tidak bebas aktual
- n = jumlah pengamatan

Bila semakin besar nilai R^2 , maka akan semakin tepat suatu garis linier yang digunakan sebagai pendekatan. Nilai R^2 suatu persamaan regresi semakin mendekati nol, menunjukkan semakin kecil pengaruh variabel independen terhadap variabel dependennya. Sebaliknya, semakin mendekati nilai satu, menunjukkan semakin besar pengaruh semua variabel dependennya.

2.12. Pengujian Signifikansi

Pengujian ini digunakan untuk menentukan linear tidaknya hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas, yang biasanya digunakan dengan istilah uji F dan uji t. Uji t digunakan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh antara variabel bebas dan variabel

tidak bebas. Nilai uji t dihitung sesuai dengan derajat kebebasan (df) dan tingkat kepercayaan (α). Sebagai tolok ukur pada pengujian ini adalah membandingkan antara nilai t hasil hitungan dengan nilai t dari tabel distribusi t pada taraf signifikansi yang dipilih. Nilai t dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$t_{oi} = \frac{b_i}{s_{b_i}} = \frac{n - i - 1}{1 - r^2}$$

Keterangan :

- t_{oi} : nilai statistik untuk pengujian koefisien regresi
- b_i : koefisien regresi
- s_{b_i} : deviasi standar koefisien regresi
- r : koefisien korelasi parsial
- $n - i - 1$: derajat kebebasan
- i : jumlah variabel

Pengujian nilai F adalah untuk memilih model yang paling baik diantara model yang didapat dan menentukan apakah suatu model layak digunakan serta untuk menguji signifikansi secara menyeluruh antara variabel tidak bebas dengan variabel bebas. Nilai uji F diambil sesuai dengan derajat kebebasan (df) dan tingkat kepercayaan (α). Sebagai patokan adalah nilai F dari tabel. Nilai F dikatakan memenuhi syarat apabila nilai F dari hasil hitung lebih besar dari nilai F tabel untuk taraf signifikansi yang dipilih, karena terdapat

hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas. Untuk persamaan regresi linier sederhana nilai F dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$$

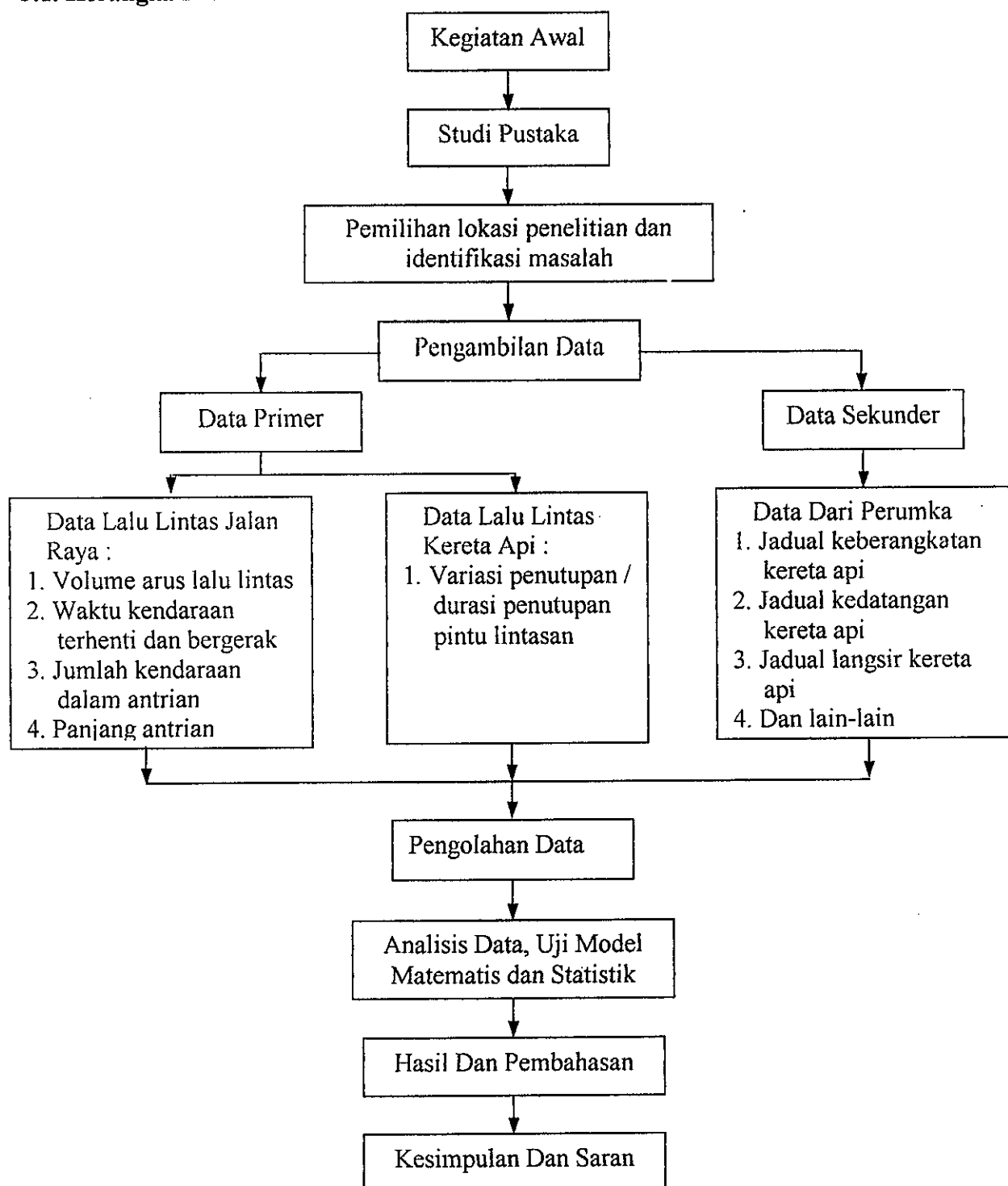
Keterangan :

n : jumlah pengamatan

k : jumlah variabel

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Kerangka Pikir



Gambar 3.1
Diagram Alur Penelitian

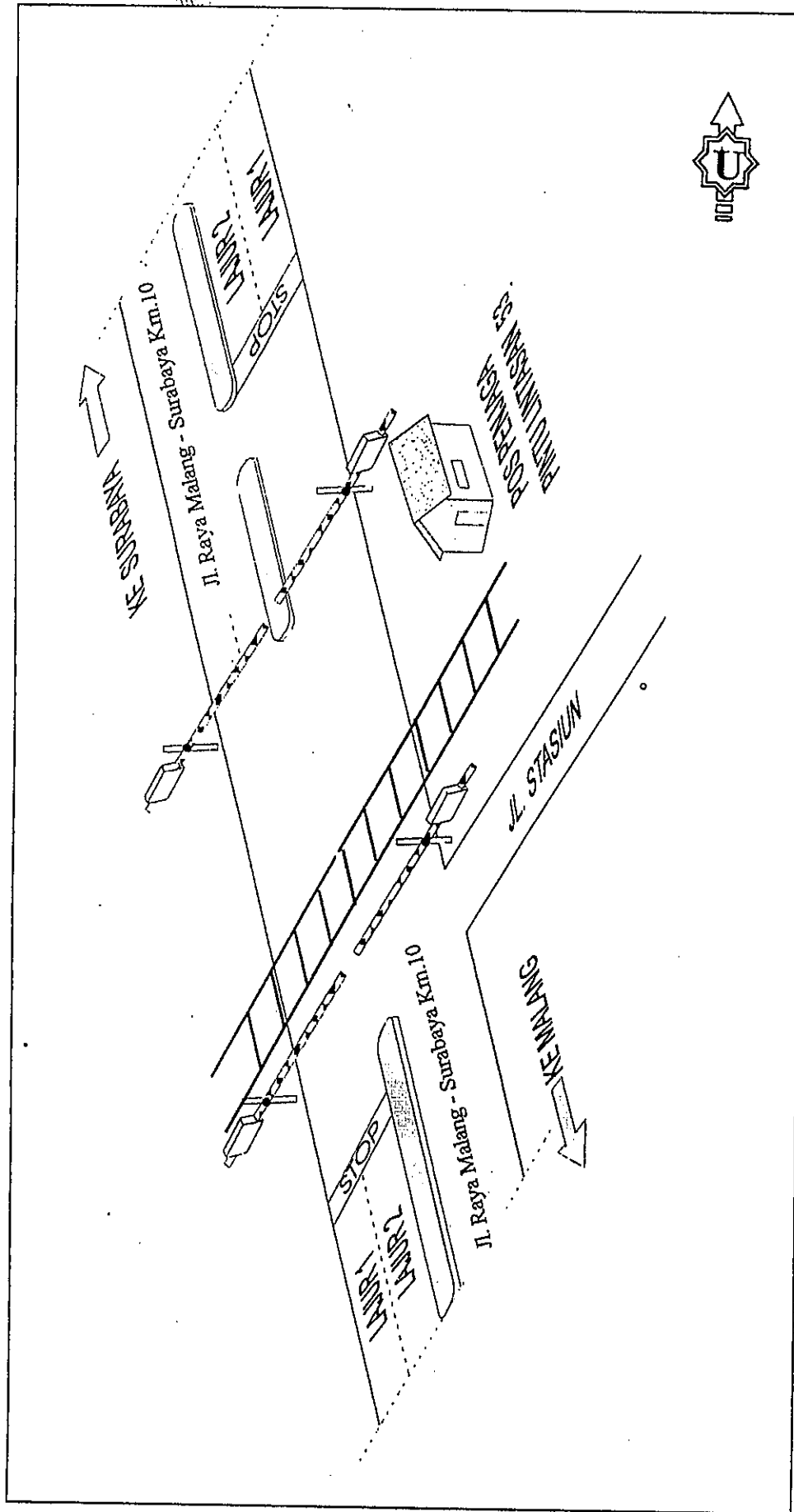
3.2. Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, perlu direncanakan mengenai hal-hal yang harus dikerjakan sejak dari perencanaan data yang akan diambil di lapangan, jenis survai yang akan dilakukan, penentuan lokasi survai, waktu pelaksanaan survai di lapangan (baik survai pendahuluan maupun survai utama), peralatan yang akan digunakan, jumlah pengamatan itu sendiri.

Cara pengumpulan data sebagai data latar belakang untuk melakukan penelitian dilakukan dua tahap kegiatan, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil langsung di lapangan. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait. Data primer yang diambil di lapangan meliputi : arus lalu lintas pada waktu jam penutupan pintu lintasan kereta api, waktu kendaraan berhenti dan mulai bergerak kembali dalam lajur masing-masing (*stopped delay*), lebar jalan atau jumlah lajur ruas jalan, panjang antrian dalam satuan meter, waktu penutupan pintu lintasan kereta api. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan meliputi jadwal kedatangan dan keberangkatan kereta api dari stasiun Malang, data kedatangan kereta api di lintasan yang ditinjau.

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di jalan raya Malang - Surabaya Km.10. Lokasi tersebut merupakan jalan arteri dengan kondisi yang sangat baik dilihat dari sisi geometrik, rambu, marka dan kelengkapan prasarana jalannya. Lalu lintas yang melewati perlintasan di lokasi penelitian memiliki karakteristik yang tidak sama / tidak seragam, karena kendaraan yang



Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian

melewati jalan tersebut terdiri dari kendaraan pribadi atau mobil penumpang, angkutan umum (angkutan kota dan angkutan antar kota), bus dan truk.

Sebagai dasar dari pemilihan lokasi perlintasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lintasan yang dipilih harus dilalui oleh seluruh kereta api baik yang datang dan pergi dari wilayah DAOP.
2. Lintasan harus memiliki kondisi yang mewakili faktor-faktor penyebab tundaan dan panjang antrian kendaraan pada lalu lintas di jalan raya.
3. Lintasan yang dipilih harus mewakili kondisi tundaan dan antrian yang benar-benar sering terjadi.

3.4. Pengambilan Data

3.4.1. Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat bantu dalam pelaksanaan survai dan pengolahan data, yaitu :

- a. Formulir survai lalu lintas, tundaan, panjang antrian dan durasi penutupan pintu lintasan kereta api.
- b. *Stop watch*.
- c. Rambu (bendera) jarak.
- d. *Statistical Program for Social Science (SPSS)* versi 6.0.
- e. *Microsoft Excel* dan *Microsoft Word for Windows*.
- f. *Hand Tally Counter*.

3.4.2. Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas yang melewati perlintasan jalan raya Malang - Surabaya Km. 10 selama 7 (tujuh) hari pada jam 07.00 sampai dengan 18.00 WIB. Pencatatan dilakukan selama jam penutupan pintu lintasan kereta api (sesuai dengan jam kereta api lewat di perlintasan). Data mengenai jenis kendaraan yang lewat dibedakan menjadi 3 jenis kendaraan, yaitu :

1. kendaraan ringan.
2. kendaraan berat.
3. sepeda motor.

3.4.3. Data Durasi Penutupan Pintu Lintasan

Durasi penutupan pintu lintasan kereta api merupakan cerminan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut adalah kecepatan kereta api, tenggang waktu operator mengaktifkan sistem kontrol, jumlah kereta atau gerbong. Dari variasi durasi penutupan pintu lintasan kereta api diharapkan diperoleh suatu gambaran yang dapat menjelaskan pengaruh penutupan terhadap kendaraan. Satuan yang digunakan dalam mencatat waktu penutupan pintu lintasan adalah dalam satuan detik. Survei durasi penutupan dilakukan untuk mencari variasi waktu penutupan pintu lintasan kereta api. Pengamat melakukan pencatatan sejarak sedemikian didekat pintu lintasan kereta api. Pelaksanaan secara rinci di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Pengamat mengambil posisi sedemikian sehingga memudahkan pencatatan waktu penutupan pintu lintasan kereta api.

2. Saat palang pintu lintasan dalam kondisi horizontal, *stop watch* mulai dinyalakan (pencatatan waktu dimulai). Beberapa saat kemudian kereta api akan melintas selama beberapa detik.
3. Operator pintu lintasan akan mengoperasikan palang pintu kembali beberapa detik setelah rangkaian kereta api terakhir melintas. Saat palang pintu mulai bergerak ke atas (menuju posisi *stand by*), *stop watch* dimatikan, sehingga akan didapatkan durasi penutupan pintu lintasan untuk satu kali lintas kereta api.
4. Langkah tersebut diulangi untuk setiap lintas kereta api, untuk mendapatkan data durasi penutupan pintu lintasan kereta api selama periode pengamatan.

3.4.4. Data Tundaan Kendaraan (*Stopped Delay*)

Tundaan yang terjadi karena adanya aktifitas penutupan pintu lintasan dihitung untuk kendaraan paling depan dan paling belakang dari antrian dalam satu lajur. Satuan waktu yang digunakan adalah satuan detik. Survei waktu tundaan kendaraan dimaksudkan untuk mencari berapa waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melewati suatu gangguan, dalam hal ini aktifitas di lintasan kereta api. Jenis tundaan yang terjadi pada masing-masing kendaraan yang diukur adalah *stopped delay*. Pencatatan dilakukan pada kendaraan paling depan dan paling belakang dalam satu urutan antrian kendaraan pada masing-masing lajur. Untuk dasar penentuan kendaraan terakhir dalam antrian dengan dua kondisi kedatangan kendaraan adalah sebagai berikut ini :

1. Pengambilan data bila kedatangan kendaraan membentuk kelompok, penentuan kendaraan terakhir dalam antrian adalah kendaraan yang terakhir berhenti (dalam keadaan stasioner) pada antrian.
2. Pengambilan data bila kedatangan kendaraan teratur, penentuan kendaraan terakhir dalam antrian adalah kendaraan yang berhenti (dalam keadaan stasioner) terakhir setelah pintu lintasan membuka atau saat kendaraan pertama dalam antrian mulai bergerak.

3.4.5. Data Panjang Antrian Kendaraan

Panjang antrian yang terjadi dihitung dengan melakukan pencacahan jumlah bendera yang ditempatkan sejarak 3 meter. Jumlah bendera mencerminkan panjang antrian yang terjadi untuk masing-masing lajur. Survei panjang antrian dimaksudkan untuk mendapatkan berapa panjang antrian yang terjadi pada satu waktu penutupan pintu lintasan. Panjang antrian akan bervariasi menurut lajunya dalam satu periode pengamatan, tergantung dari besarnya arus lalu lintas yang menuju lintasan. Pelaksanaan pengambilan data secara rinci di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Pengamat diposisikan sedemikian pada jarak tertentu, sehingga memudahkan pengamatan dan pencacahan kendaraan yang membentuk antrian.
2. Bila palang pintu lintasan kereta api telah ditutup dalam kondisi benar-benar horizontal, maka akan datang kendaraan dari masing-masing lajur pendekat lintasan. Tunggu beberapa saat sampai kendaraan yang datang membentuk antrian dan tiap kendaraan benar-benar dalam kondisi stasioner (*stopped delay*)

3. Catat panjang antrian yang terjadi dengan mengalikan jumlah bendera dengan jarak pemasangan bendera (bendera dipasang dengan jarak 3 meteran).
4. Pengamatan diulangi kembali untuk tiap waktu penutupan pintu lintasan kereta api selama periode pengamatan.

3.5. Reduksi Data

Reduksi data adalah kegiatan bertahap yang tergantung dari bobot atau kemampuan alat yang digunakan pada pengumpulan data. Hal-hal yang perlu dalam kegiatan ini ialah mengambil informasi yang dicatat di lapangan dan memanipulasikan ke dalam bentuk yang dapat dibaca dan dimengerti serta diinterpretasikan. Kegiatan ini meliputi pengambilan data yang dicatat di lapangan pada suatu media dan mentransfernya ke dalam bentuk lain dengan kata lain kegiatan ini adalah mengubah format yang dicatat di lapangan ke dalam bentuk yang dapat diinterpretasikan. Pada penelitian ini reduksi data dilakukan pada pengukuran volume lalu lintas, pada pengambilan data kecepatan kendaraan, tundaan dan panjang antrian kendaraan.

Reduksi data lalu lintas dilakukan dengan cara pengecekan ulang atau pengontrolan kembali dalam penghitungan dari hasil pencatatan di lapangan. Kendaraan yang dihitung dibedakan menjadi kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.

3.6. Analisis Data

Dari beberapa elemen atau variabel data primer yang diambil pada survai utama dan didukung dengan data sekunder, maka selanjutnya akan diolah lebih lanjut sehingga diperoleh hasil penelitian. Analisis dari hasil penelitian akan menjelaskan fenomena yang terjadi akibat

penutupan pintu lintasan kereta api terhadap tundaan dan panjang antrian yang terjadi pada kendaraan. Evaluasi dilakukan dengan membangun model yang sesuai agar dapat merepresentasikan keadaan di lapangan dan menjadi kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh.

BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat dan cukup memadai, maka pengambilan data primer untuk pintu lintasan dilakukan pada lokasi pintu perlintasan kereta api yang dipilih sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Termasuk kondisi arus lalu lintasnya yang merupakan arus lalu lintas yang ramai dan padat. Survei utama dilakukan pada pintu lintasan 53, jalan Raya Malang - Surabaya Km. 10. Periode pengamatan dilakukan selama satu minggu terhitung dari tanggal 3 Juni 2002 sampai dengan 9 Juni 2002, waktu pengamatan dilakukan dari jam 07.00 sampai dengan 18.00 WIB. Data tersebut adalah data durasi penutupan pintu perlintasan, data tundaan, data panjang antrian kendaraan dan data arus lalu lintas selama penutupan.

Guna kelengkapan data primer di kumpulkan pula data sekunder mengenai jadwal keberangkatan dan kedatangan kereta api, serta nama kereta api yang melintasi perlintasan 53 di jalan Raya Malang - Surabaya KM. 10.

4.2. Analisis Jumlah Sampel

Dari hasil pengambilan data primer diperoleh sampel data untuk tundaan, panjang antrian kendaraan pada masing-masing lajur pendekat perlintasan dan arus kendaraan. Demikian pula dengan variasi durasi penutupan pintu lintasan kereta api dan kecepatan kendaraan. Selama tujuh hari pengamatan di lapangan dikumpulkan sampel data yang kemudian dilakukan pengolahan data, sehingga dihasilkan variabel yang dikehendaki.

Pada penelitian ini jumlah sampel yang dikumpulkan sebanyak 145 buah sampel, masing-masing untuk durasi penutupan, tundaan, panjang antrian dan arus kendaraan. Menurut Sudjana (1992) jumlah sampel minimum dihitung dengan menggunakan dasar persamaan sebagai berikut :

$$N > \pi (1 - \pi) (Z_{0,5\gamma} / b)^2$$

Keterangan :

N : jumlah sampel

π : ukuran probabilitas sampel yang sukses

$Z_{0,5\gamma}$: nilai tabel normal untuk derajat koefisien tertentu

b : proporsi perkiraan terjadinya kekeliruan

Dalam penelitian ini digunakan tingkat signifikansi sebesar 5% ($Z_{0,5\gamma} = 1,96$) $\pi = 0,106$, sehingga jumlah sampel minimum adalah :

$$N > \pi (1 - \pi) (Z_{0,5\gamma} / b)^2$$

$$N > 0,106 (1 - 0,106) (1,96 / 0,05)^2$$

$$N > 139,52 \text{ sampel}$$

Dari perhitungan batasan jumlah sampel minimum tersebut maka jumlah sampel untuk penelitian ini secara statistik telah memenuhi syarat.

4.3. Analisis Durasi Penutupan

Survai durasi penutupan pintu perlintasan kereta api dilakukan untuk mencari variasi dari durasi penutupan pintu lintasan kereta api yang diakibatkan karena melintasnya kereta api. Informasi tentang durasi penutupan pintu perlintasan diperoleh dari survai durasi

penutupan yang dikumpulkan selama dalam pengamatan di lapangan. Data durasi penutupan pintu perlintasan kereta api tersebut ditampilkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.1 : Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api
(Dari arah Malang ke arah Surabaya)

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)
1.	07.02	77	34.	09.02	75
2.	07.05	82	35.	09.03	88
3.	07.05	95	36.	09.11	86
4.	07.06	85	37.	09.15	126
5.	07.11	85	38.	09.16	106
6.	07.11	110	39.	09.18	85
7.	07.14	81	40.	09.18	115
8.	07.16	69	41.	09.21	130
9.	07.17	74	42.	09.27	93
10.	07.25	83	43.	09.38	91
11.	07.31	82	44.	09.41	102
12.	07.35	90	45.	09.41	91
13.	07.51	171	46.	09.45	91
14.	07.52	82	47.	09.46	123
15.	08.06	75	48.	09.51	101
16.	08.09	91	49.	10.02	105
17.	08.09	77	50.	10.03	165
18.	08.09	77	51.	10.03	116
19.	08.11	80	52.	10.04	110
20.	08.11	83	53.	10.13	110
21.	08.13	85	54.	10.21	61
22.	08.17	81	55.	10.26	103
23.	08.21	85	56.	10.41	115
24.	08.21	88	57.	10.41	99
25.	08.22	73	58.	10.44	82
26.	08.26	77	59.	10.45	190
27.	08.51	78	60.	10.51	64
28.	08.51	88	61.	11.02	79
29.	08.52	78	62.	11.07	108
30.	08.52	83	63.	11.12	102
31.	08.53	87	64.	11.15	80
32.	08.54	92	65.	11.27	124
33.	09.01	87	66.	11.40	97

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)
67.	11.45	95	107.	13.51	91
68.	11.48	109	108.	13.55	88
69.	11.53	193	109.	13.58	118
70.	12.02	118	110.	14.02	83
71.	12.02	112	111.	14.12	140
72.	12.02	104	112.	14.25	143
73.	12.03	112	113.	14.25	138
74.	12.08	123	114.	14.27	101
75.	12.11	132	115.	14.29	111
76.	12.13	107	116.	14.31	98
77.	12.14	130	117.	14.31	73
78.	12.21	98	118.	14.41	99
79.	12.21	113	119.	15.22	71
80.	12.22	93	120.	15.35	108
81.	12.29	148	121.	15.41	61
82.	12.31	112	122.	15.44	159
83.	12.31	109	123.	15.49	167
84.	12.31	79	124.	15.50	150
85.	12.34	96	125.	15.53	114
86.	12.48	90	126.	16.02	137
87.	12.53	114	127.	16.15	95
88.	12.53	135	128.	16.17	89
89.	12.55	75	129.	16.18	113
90.	13.01	125	130.	16.21	105
91.	13.02	97	131.	16.21	86
92.	13.03	114	132.	16.21	102
93.	13.05	127	133.	16.50	85
94.	13.07	75	134.	16.50	87
95.	13.13	102	135.	16.52	88
96.	13.15	104	136.	16.53	127
97.	13.21	127	137.	16.55	97
98.	13.22	93	138.	17.10	69
99.	13.23	99	139.	17.15	88
100.	13.25	105	140.	17.20	93
101.	13.32	118	141.	17.25	81
102.	13.33	90	142.	17.25	91
103.	13.35	115	143.	17.30	81
104.	13.41	93	144.	17.35	72
105.	13.44	66	145.	18.00	78
106.	13.45	95			

Sumber : Hasil survai dilapangan

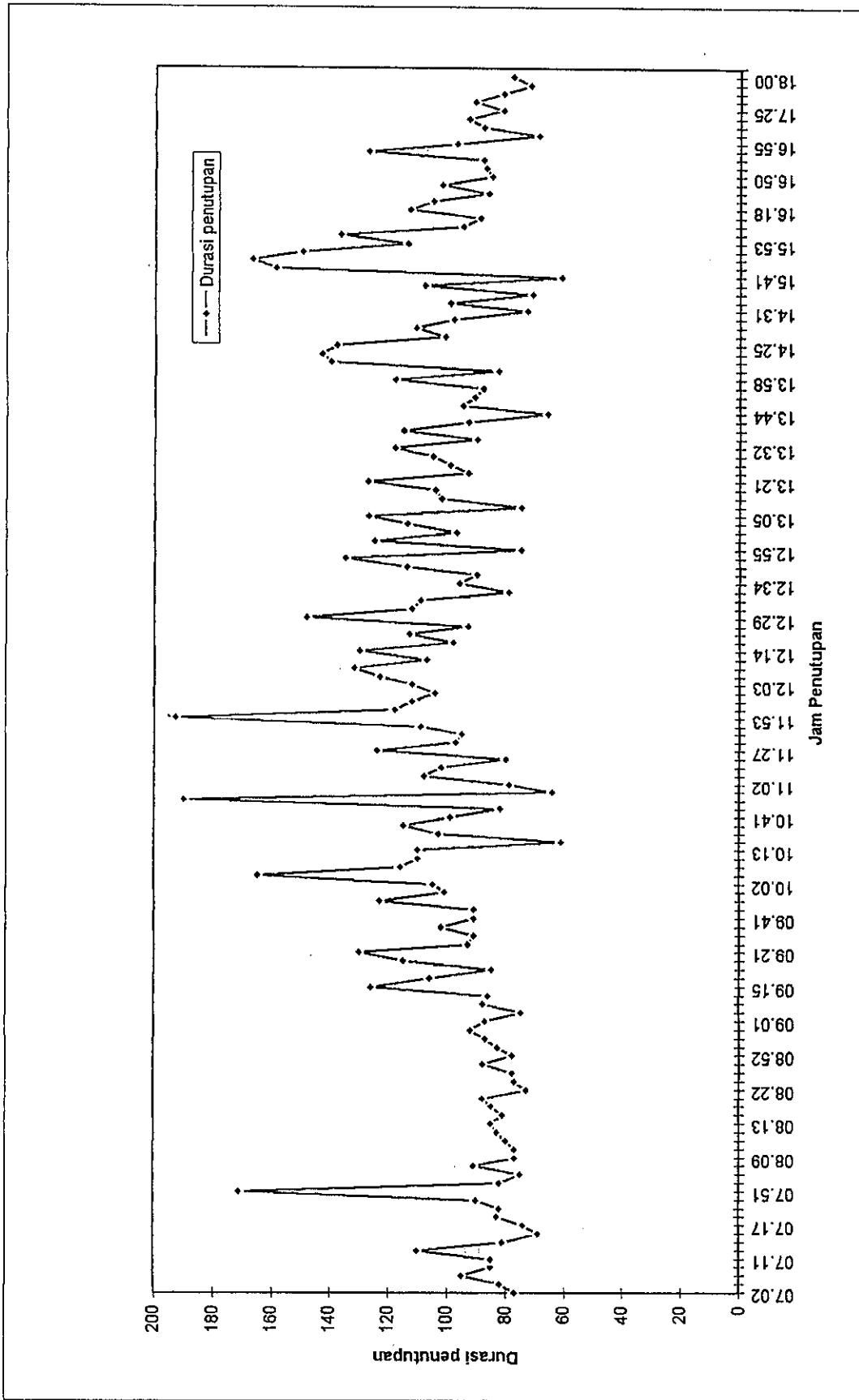
Tabel 4.2 : Data Durasi Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api
(Dari arah Surabaya ke arah Malang)

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)
1.	07.02	77	43.	09.38	91
2.	07.05	82	44.	09.41	102
3.	07.05	95	45.	09.41	91
4.	07.06	85	46.	09.45	91
5.	07.11	85	47.	09.46	123
6.	07.11	110	48.	09.51	101
7.	07.14	81	49.	10.02	105
8.	07.16	69	50.	10.03	165
9.	07.17	74	51.	10.03	116
10.	07.25	83	52.	10.04	110
11.	07.31	82	53.	10.13	110
12.	07.35	90	54.	10.21	61
13.	07.51	171	55.	10.26	103
14.	07.52	82	56.	10.41	115
15.	08.06	75	57.	10.41	99
16.	08.09	91	58.	10.44	82
17.	08.09	77	59.	10.45	190
18.	08.09	77	60.	10.51	64
19.	08.11	80	61.	11.02	79
20.	08.11	83	62.	11.07	108
21.	08.13	85	63.	11.12	102
22.	08.17	81	64.	11.15	80
23.	08.21	85	65.	11.27	124
24.	08.21	88	66.	11.40	97
25.	08.22	73	67.	11.45	95
26.	08.26	77	68.	11.48	109
27.	08.51	78	69.	11.53	193
28.	08.51	88	70.	12.02	118
29.	08.52	78	71.	12.02	112
30.	08.52	83	72.	12.02	104
31.	08.53	87	73.	12.03	112
32.	08.54	92	74.	12.08	123
33.	09.01	87	75.	12.11	132
34.	09.02	75	76.	12.13	107
35.	09.03	88	77.	12.14	130
36.	09.11	86	78.	12.21	98
37.	09.15	126	79.	12.21	113
38.	09.16	106	80.	12.22	93
39.	09.18	85	81.	12.29	148
40.	09.18	115	82.	12.31	112
41.	09.21	130	83.	12.31	109
42.	09.27	93	84.	12.31	79

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)
85.	12.34	96	116.	14.31	98
86.	12.48	90	117.	14.31	73
87.	12.53	114	118.	14.41	99
88.	12.53	135	119.	15.22	71
89.	12.55	75	120.	15.35	108
90.	13.01	125	121.	15.41	61
91.	13.02	97	122.	15.44	159
92.	13.03	114	123.	15.49	167
93.	13.05	127	124.	15.50	150
94.	13.07	75	125.	15.53	114
95.	13.13	102	126.	16.02	137
96.	13.15	104	127.	16.15	95
97.	13.21	127	128.	16.17	89
98.	13.22	93	129.	16.18	113
99.	13.23	99	130.	16.21	105
100.	13.25	105	131.	16.21	86
101.	13.32	118	132.	16.21	102
102.	13.33	90	133.	16.50	85
103.	13.35	115	134.	16.50	87
104.	13.41	93	135.	16.52	88
105.	13.44	66	136.	16.53	127
106.	13.45	95	137.	16.55	97
107.	13.51	91	138.	17.10	69
108.	13.55	88	139.	17.15	88
109.	13.58	118	140.	17.20	93
110.	14.02	83	141.	17.25	81
111.	14.12	140	142.	17.25	91
112.	14.12	143	143.	17.30	81
113.	14.25	138	144.	17.35	72
114.	14.27	101	145.	18.00	78
115.	14.29	111			

Sumber : Hasil survai dilapangan

Dari tabel diatas diperoleh informasi bahwa durasi penutupan pintu lintasan kereta api yang terlama terjadi pada jam 11.53 dengan waktu penutupan selama 193 detik dan yang tercepat terjadi pada jam 07.16 dengan durasi penutupan selama 69 detik.



Gambar 4.1 :
Durasi Penutupan Lintasan Kereta Api

4.4. Analisis Arus Lalu Lintas

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu : sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat. Untuk nilai satuan mobil penumpang (smp) yang akan dipakai berdasarkan nilai smp untuk perkotaan, sebagai berikut : (IHCM, 1997)

1. Sepeda motor, dengan nilai smp = 0,25
2. Kendaraan ringan, dengan nilai smp = 1,0
3. Kendaraan berat, dengan nilai smp = 1,2

Tabel 4.3 : Data Arus Lalu Lintas
Arah Malang - Surabaya

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
1	07.02	77	30	30	5	6	17	4.25	52	40.25
2	07.05	82	35	35	3	3.6	10	2.5	48	41.10
3	07.05	95	39	39	4	4.8	16	4	59	47.80
4	07.06	85	30	30	4	4.8	24	6	58	40.80
5	07.11	85	33	33	8	9.6	22	5.5	63	48.10
6	07.11	110	33	33	7	8.4	20	5	60	46.40
7	07.14	81	34	34	3	3.6	12	3	49	40.60
8	07.16	69	25	25	8	9.6	18	4.5	51	39.10
9	07.17	74	34	34	4	4.8	9	2.25	47	41.05
10	07.25	83	30	30	8	9.6	18	4.5	56	44.10
11	07.31	82	27	27	9	10.8	17	4.25	53	42.05
12	07.35	90	36	36	3	3.6	18	4.5	57	44.10
13	07.51	171	38	38	5	6	31	7.75	74	51.75
14	07.52	82	34	34	3	3.6	13	3.25	50	40.85
15	08.06	75	24	24	7	8.4	18	4.5	49	36.90
16	08.09	91	35	35	3	3.6	18	4.5	56	43.10
17	08.09	77	30	30	4	4.8	20	5	54	39.80
18	08.09	77	34	34	4	4.8	19	4.75	57	43.55
19	08.11	80	36	36	5	6	12	3	53	45.00
20	08.11	83	34	34	5	6	19	4.75	58	44.75
21	08.13	85	34	34	4	4.8	21	5.25	59	44.05
22	08.17	81	28	28	5	6	23	5.75	56	39.75
23	08.21	85	34	34	4	4.8	24	6	62	44.80
24	08.21	88	40	40	4	4.8	15	3.75	59	48.55
25	08.22	73	34	34	3	3.6	17	4.25	54	41.85
26	08.26	77	33	33	5	6	18	4.5	56	43.50
27	08.51	78	27	27	8	9.6	28	7	63	43.60
28	08.51	88	33	33	5	6	23	5.75	61	44.75
29	08.52	78	30	30	6	7.2	19	4.75	55	41.95

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
30	08.52	83	35	35	4	4.8	21	5.25	60	45.05
31	08.53	87	34	34	6	7.2	22	5.5	62	46.70
32	08.54	92	40	40	5	6	24	6	69	52.00
33	09.01	87	26	26	10	12	27	6.75	63	44.75
34	09.02	75	33	33	3	3.6	23	5.75	59	42.35
35	09.03	88	30	30	6	7.2	20	5	56	42.20
36	09.11	86	30	30	3	3.6	21	5.25	54	38.85
37	09.15	126	39	39	6	7.2	21	5.25	66	51.45
38	09.16	106	38	38	8	9.6	26	6.5	72	54.10
39	09.18	85	25	25	16	19.2	25	6.25	66	50.45
40	09.18	115	40	40	2	2.4	29	7.25	71	49.65
41	09.21	130	44	44	3	3.6	26	6.5	73	54.10
42	09.27	93	27	27	12	14.4	19	4.75	58	46.15
43	09.38	91	42	42	4	4.8	26	6.5	72	53.30
44	09.41	102	29	29	9	10.8	27	6.75	65	46.55
45	09.41	91	30	30	5	6	26	6.5	61	42.50
46	09.45	91	33	33	4	4.8	26	6.5	63	44.30
47	09.46	123	28	28	6	7.2	27	6.75	61	41.95
48	09.51	101	34	34	4	4.8	15	3.75	53	42.55
49	10.02	105	31	31	12	14.4	28	7	71	52.40
50	10.03	165	36	36	11	13.2	27	6.75	74	55.95
51	10.03	116	38	38	6	7.2	19	4.75	63	49.95
52	10.04	110	32	32	6	7.2	22	5.5	60	44.70
53	10.13	110	30	30	3	3.6	30	7.5	63	41.10
54	10.21	61	16	16	5	6	17	4.25	38	26.25
55	10.26	103	41	41	4	4.8	14	3.5	59	49.30
56	10.41	115	30	30	5	6	21	5.25	56	41.25
57	10.41	99	30	30	5	6	22	5.5	57	41.50
58	10.44	82	25	25	4	4.8	15	3.75	44	33.55
59	10.45	190	26	26	14	16.8	21	5.25	61	48.05
60	10.51	64	26	26	11	13.2	14	3.5	51	42.70
61	11.02	79	24	24	4	4.8	8	2	36	30.80
62	11.07	108	31	31	8	9.6	24	6	63	46.60
63	11.12	102	30	30	5	6	27	6.75	62	42.75
64	11.15	80	20	20	7	8.4	19	4.75	46	33.15
65	11.27	124	38	38	3	3.6	10	2.5	51	44.10
66	11.40	97	25	25	4	4.8	9	2.25	38	32.05
67	11.45	95	36	36	8	9.6	14	3.5	58	49.10
68	11.48	109	30	30	4	4.8	27	6.75	61	41.55
69	11.53	193	25	25	12	14.4	29	7.25	66	46.65
70	12.02	118	32	32	5	6	16	4	53	42.00
71	12.02	112	35	35	4	4.8	11	2.75	50	42.55
72	12.02	104	33	33	4	4.8	14	3.5	51	41.30
73	12.03	112	30	30	5	6	20	5	55	41.00
74	12.08	123	32	32	9	10.8	29	7.25	70	50.05
75	12.11	132	40	40	5	6	28	7	73	53.00
76	12.13	107	30	30	4	4.8	15	3.75	49	38.55
77	12.14	130	34	34	6	7.2	26	6.5	66	47.70
78	12.21	98	34	34	7	8.4	16	4	57	46.40
79	12.21	113	41	41	3	3.6	21	5.25	65	49.85
80	12.22	93	26	26	4	4.8	19	4.75	49	35.55
81	12.29	148	38	38	12	14.4	30	7.5	80	59.90
82	12.31	112	40	40	4	4.8	29	7.25	73	52.05

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
83	12.31	109	38	38	6	7.2	18	4.5	62	49.70
84	12.31	79	27	27	7	8.4	8	2	42	37.40
85	12.34	96	39	39	8	9.6	14	3.5	61	52.10
86	12.48	90	20	20	6	7.2	22	5.5	48	32.70
87	12.53	114	30	30	4	4.8	15	3.75	49	38.55
88	12.53	135	35	35	8	9.6	26	6.5	69	51.10
89	12.55	75	32	32	6	7.2	9	2.25	47	41.45
90	13.01	125	33	33	6	7.2	31	7.75	70	47.95
91	13.02	97	25	25	7	8.4	18	4.5	50	37.90
92	13.03	114	35	35	6	7.2	22	5.5	63	47.70
93	13.05	127	32	32	8	9.6	23	5.75	63	47.35
94	13.07	75	37	37	6	7.2	14	3.5	57	47.70
95	13.13	102	23	23	8	9.6	18	4.5	49	37.10
96	13.15	104	37	37	7	8.4	19	4.75	63	50.15
97	13.21	127	37	37	12	14.4	27	6.75	76	58.15
98	13.22	93	32	32	6	7.2	17	4.25	55	43.45
99	13.23	99	35	35	3	3.6	16	4	54	42.60
100	13.25	105	34	34	7	8.4	15	3.75	56	46.15
101	13.32	118	45	45	7	8.4	18	4.5	70	57.90
102	13.33	90	40	40	4	4.8	18	4.5	62	49.30
103	13.35	115	35	35	4	4.8	19	4.75	58	44.55
104	13.41	93	25	25	5	6	15	3.75	45	34.75
105	13.44	66	29	29	5	6	13	3.25	47	38.25
106	13.45	95	35	35	3	3.6	18	4.5	56	43.10
107	13.51	91	28	28	3	4.8	21	5.25	52	38.05
108	13.55	88	30	30	8	9.6	13	3.25	51	42.85
109	13.58	118	45	45	5	6	28	7	78	58.00
110	14.02	83	30	30	4	4.8	12	3	46	37.80
111	14.12	140	49	49	9	10.8	21	5.25	79	65.05
112	14.12	143	38	38	10	12	20	5	68	55.00
113	14.25	138	30	30	6	7.2	24	6	60	43.20
114	14.27	101	38	38	3	3.6	13	3.25	54	51.35
115	14.29	111	35	35	8	9.6	15	3.75	58	48.35
116	14.31	98	40	40	2	2.4	14	3.5	56	45.90
117	14.31	73	27	27	5	6	15	3.75	47	36.75
118	14.41	99	35	35	11	13.2	21	5.25	67	53.45
119	15.22	71	24	24	4	4.8	14	3.5	42	32.30
120	15.35	108	39	39	3	3.6	15	3.75	57	46.35
121	15.41	61	27	27	4	4.8	13	3.25	44	35.05
122	15.44	159	47	47	11	13.2	21	5.25	79	65.45
123	15.49	167	45	45	12	14.4	32	8	89	67.40
124	15.50	150	38	38	4	4.8	39	9.75	81	52.55
125	15.53	114	47	47	4	4.8	17	4.25	68	56.05
126	16.02	137	40	40	3	3.6	20	5	63	48.60
127	16.15	95	30	30	10	12	20	5	60	47.00
128	16.17	89	40	40	3	3.6	19	4.75	62	48.35
129	16.18	113	34	34	4	4.8	29	7.25	67	46.05
130	16.21	105	40	40	5	6	19	4.75	64	50.75
131	16.21	86	40	40	3	3.6	17	4.25	60	47.85
132	16.21	102	46	46	4	4.8	22	5.5	72	56.30
133	16.50	85	30	30	4	4.8	15	3.75	49	38.55
134	16.50	87	33	33	4	4.8	16	4	53	41.40
135	16.52	88	35	35	3	3.6	19	4.75	57	43.35

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
136	16.53	127	40	40	3	3.6	16	4	59	47.60
138	16.55	97	47	47	3	3.6	16	4	66	54.60
139	17.10	69	31	31	5	6	8	2	44	39.00
139	17.15	88	36	36	4	4.8	19	4.75	59	45.55
140	17.20	93	41	41	2	2.4	20	5	63	48.15
141	17.25	81	34	34	3	3.6	21	5.25	58	42.85
142	17.25	91	45	45	4	4.8	18	4	67	53.80
143	17.30	81	33	33	3	3.6	16	4	52	40.60
144	17.35	72	23	23	7	8.4	14	3.5	44	34.90
145	18.00	78	41	41	2	2.4	20	5	63	48.40

Sumber : Hasil survai yang telah diolah

Tabel 4.4 : Data Arus Lalu Lintas
Arah Surabaya - Malang

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
1	07.02	77	30	30	2	2.4	14	3.5	46	35.90
2	07.05	82	33	33	2	2.4	14	3.5	49	38.90
3	07.05	95	30	30	2	2.4	15	3.75	47	36.15
4	07.06	85	24	24	6	9.6	20	5	50	38.60
5	07.11	85	35	35	4	4.8	18	4.5	57	44.30
6	07.11	110	27	27	4	4.8	19	4.75	50	36.55
7	07.14	81	30	30	3	3.6	12	3	45	36.60
8	07.16	69	24	24	3	3.6	23	5.75	50	33.35
9	07.17	74	33	33	2	2.4	14	3.5	49	38.90
10	07.25	83	37	37	4	4.8	18	4.5	59	46.30
11	07.31	82	36	36	3	3.6	16	4	55	43.60
12	07.35	90	16	16	2	2.4	13	3.25	31	21.65
13	07.51	171	42	42	2	2.4	22	5.5	66	49.90
14	07.52	82	39	39	3	3.6	14	3.5	56	46.10
15	08.06	75	30	30	3	3.6	21	5.25	54	38.85
16	08.09	91	35	35	5	6	15	3.75	55	44.75
17	08.09	77	25	25	8	9.6	13	3.25	46	37.85
18	08.09	77	32	32	5	6	13	3.25	50	41.25
19	08.11	80	34	34	6	7.2	18	4.5	58	45.70
20	08.11	83	30	30	3	3.6	12	3	45	36.60
21	08.13	85	35	35	6	7.2	13	3.25	54	45.45
22	08.17	81	34	34	4	4.8	30	7.5	68	46.30
23	08.21	85	33	33	3	3.6	14	3.5	50	40.10
24	08.21	88	35	35	3	3.6	11	2.75	49	41.35
25	08.22	73	30	30	4	4.8	21	5.25	55	40.05
26	08.26	77	35	35	5	6	14	3.5	54	44.50
27	08.51	78	32	32	6	7.2	24	6	62	45.20
28	08.51	88	39	39	4	4.8	20	5	63	48.80
29	08.52	78	26	26	6	7.2	20	5	52	38.20

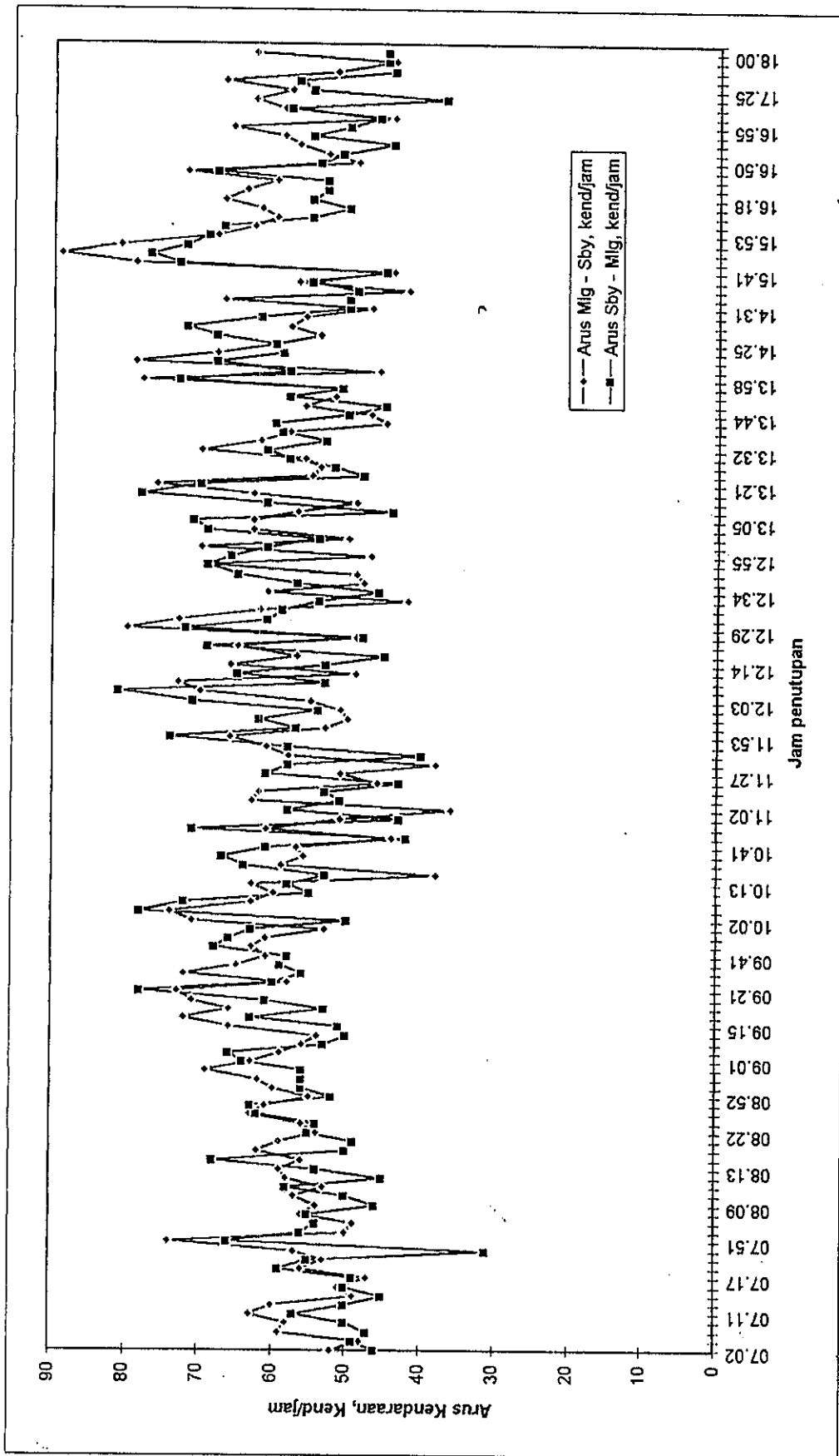
No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
30	08.52	83	39	39	3	3.6	14	3.5	56	46.10
31	08.53	87	33	33	3	3.6	20	5	56	41.60
32	08.54	92	40	40	3	3.6	13	3.25	56	46.85
33	09.01	87	35	35	5	6	24	6	64	47.00
34	09.02	75	38	38	5	6	23	5.75	66	49.75
35	09.03	88	34	34	4	4.8	15	3.75	53	42.55
36	09.11	86	25	25	5	6	20	5	50	36.00
37	09.15	126	34	34	3	3.6	14	3.5	51	41.10
38	09.16	106	30	30	7	8.4	26	6.5	63	44.90
39	09.18	85	32	32	3	3.6	18	4.5	53	40.10
40	09.18	115	38	38	2	2.4	21	5.25	61	45.65
41	09.21	130	43	43	10	12	25	6.25	78	61.25
42	09.27	93	37	37	4	4.8	19	4.75	60	46.55
43	09.38	91	31	31	8	9.6	17	4.25	56	44.85
44	09.41	102	34	34	8	9.6	17	4.25	59	47.85
45	09.41	91	36	36	5	6	17	4.25	58	46.25
46	09.45	91	38	38	6	7.2	24	6	68	51.20
47	09.46	123	36	36	10	12	20	5	66	53.00
48	09.51	101	41	41	2	2.4	20	5	63	48.40
49	10.02	105	20	20	7	8.4	23	5.75	50	34.15
50	10.03	165	46	46	9	10.8	23	5.75	78	62.55
51	10.03	116	45	45	2	2.4	25	6.25	72	53.65
52	10.04	110	37	37	3	3.6	15	3.75	55	44.35
53	10.13	110	34	34	7	8.4	17	4.25	58	46.65
54	10.21	61	31	31	6	7.2	16	4	53	42.20
55	10.26	103	41	41	2	2.4	21	5.25	64	48.65
56	10.41	115	39	39	9	10.8	19	4.75	67	54.55
57	10.41	99	42	42	2	2.4	17	4.25	61	48.65
58	10.44	82	28	28	4	4.8	10	2.5	42	35.30
59	10.45	190	40	40	3	3.6	28	7	71	50.60
60	10.51	64	26	26	5	6	12	3	43	35.00
61	11.02	79	40	40	1	1.2	17	4.25	58	45.45
62	11.07	108	30	30	7	8.4	14	3.5	51	41.90
63	11.12	102	28	28	7	8.4	18	4.5	53	40.90
64	11.15	80	31	31	3	3.6	9	2.25	43	36.85
65	11.27	124	34	34	3	3.6	24	6	61	43.60
66	11.40	97	40	40	1	1.2	17	4.25	58	45.45
67	11.45	95	18	18	8	9.6	14	3.5	40	31.10
68	11.48	109	36	36	2	2.4	20	5	58	43.40
69	11.53	193	37	37	9	10.8	28	7	74	54.80
70	12.02	118	32	32	4	4.8	21	5.25	57	42.05
71	12.02	112	33	33	9	10.8	20	5	62	48.80
72	12.02	104	24	24	12	14.4	18	4.5	54	42.90
73	12.03	112	45	45	2	2.4	24	6	71	53.40
74	12.08	123	40	40	15	18	26	6.5	81	64.50
75	12.11	132	25	25	4	4.8	24	6	53	35.80
76	12.13	107	43	43	3	3.6	19	4.75	65	46.00
77	12.14	130	31	31	10	12	12	3	53	46.00
78	12.21	98	29	29	3	3.6	13	3.25	45	35.85
79	12.21	113	42	42	6	7.2	21	5.25	69	54.45
80	12.22	93	33	33	3	3.6	12	3	48	39.60
81	12.29	148	38	38	10	12	24	6	72	56.00
82	12.31	112	35	35	4	4.8	22	5.5	61	45.30

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
83	12.31	109	35	35	6	7.2	18	4.5	59	46.70
84	12.31	79	36	36	4	4.8	14	3.5	54	44.30
85	12.34	96	27	27	6	7.2	13	3.25	46	37.45
86	12.48	90	32	32	5	6	20	5	57	43.00
87	12.53	114	37	37	6	7.2	22	5.5	65	49.70
88	12.53	135	42	42	6	7.2	21	5.25	69	54.45
89	12.55	75	39	39	7	8.4	20	5	66	52.40
90	13.01	125	33	33	6	7.2	22	5.5	61	45.70
91	13.02	97	27	27	7	8.4	20	5	54	40.40
92	13.03	114	43	43	3	3.6	23	5.75	69	52.35
93	13.05	127	40	40	3	3.6	28	7	71	50.60
94	13.07	75	27	27	4	4.8	13	3.25	44	35.05
95	13.13	102	43	43	5	6	13	3.25	61	52.25
96	13.15	104	35	35	6	7.2	37	9.25	78	51.45
97	13.21	127	34	34	9	10.8	27	6.75	70	51.55
98	13.22	93	30	30	4	4.8	14	3.5	48	38.30
99	13.23	99	33	33	3	3.6	16	4	52	40.60
100	13.25	105	35	35	6	7.2	17	4.25	58	46.45
101	13.32	118	33	33	6	7.2	22	5.5	61	45.70
102	13.33	90	30	30	6	7.2	17	4.25	53	41.45
103	13.35	115	42	42	2	2.4	15	3.75	59	48.15
104	13.41	93	38	38	6	7.2	16	4	60	49.20
105	13.44	66	30	30	4	4.8	16	4	50	38.80
106	13.45	95	31	31	4	4.8	10	2.5	45	38.30
107	13.51	91	28	28	6	7.2	24	6	58	41.20
108	13.55	88	32	32	8	9.6	11	2.75	51	44.35
109	13.58	118	47	47	2	2.4	24	6	73	55.40
110	14.02	83	37	37	2	2.4	19	4.75	58	44.15
111	14.12	140	47	47	2	2.4	19	4.75	68	54.15
112	14.12	143	30	30	7	8.4	22	5.5	59	43.90
113	14.25	138	38	38	6	7.2	16	4	60	49.20
114	14.27	101	43	43	5	6	20	5	68	54.00
115	14.29	111	44	44	6	7.2	22	5.5	72	56.70
116	14.31	98	40	40	2	2.4	20	5	62	47.40
117	14.31	73	33	33	4	4.8	13	3.25	50	41.05
118	14.41	99	37	37	2	2.4	11	2.75	50	42.15
119	15.22	71	30	30	5	6	14	3.5	49	39.50
120	15.35	108	29	29	4	4.8	22	5.5	55	39.30
121	15.41	61	27	27	4	4.8	14	3.5	45	35.30
122	15.44	159	40	40	5	6	28	7	73	53.00
123	15.49	167	40	40	4	4.8	33	8.25	77	53.05
124	15.50	150	44	44	4	4.8	24	6	72	54.80
125	15.53	114	40	40	5	6	24	6	69	52.00
126	16.02	137	45	45	4	4.8	18	4.5	67	54.30
127	16.15	95	34	34	6	7.2	15	3.75	55	44.95
128	16.17	89	36	36	3	3.6	11	2.75	50	42.35
129	16.18	113	29	29	4	4.8	22	5.5	55	39.30
130	16.21	105	28	28	7	8.4	18	4.5	53	40.90
131	16.21	86	37	37	2	2.4	14	3.5	53	42.90
132	16.21	102	45	45	3	3.6	20	5	68	53.60
133	16.50	85	40	40	4	4.8	10	2.5	54	47.30
134	16.50	87	36	36	5	6	10	2.5	51	44.50
135	16.52	88	26	26	4	4.8	14	3.5	44	34.30
136	16.53	127	38	38	3	3.6	14	3.5	55	45.10
137	16.55	97	35	35	3	3.6	12	3	50	41.60

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda Motor		Jumlah	
			(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	(kend)	(smp)	kend.	smp
138	17.10	69	28	28	4	4.8	14	3.5	46	36.30
139	17.15	88	37	37	7	8.4	14	3.5	58	48.90
140	17.20	93	20	20	4	4.8	13	3.25	37	28.05
141	17.25	81	35	35	4	4.8	16	4	55	43.80
142	17.25	91	40	40	3	3.6	14	3.5	57	47.10
143	17.30	81	30	30	3	3.6	11	2.75	44	36.35
144	17.35	72	30	30	4	4.8	11	2.75	45	37.55
145	18.00	78	28	28	4	4.8	13	3.25	45	36.05

Sumber : Hasil survai yang telah diolah

Dari hasil survai arus lalu lintas diperoleh informasi bahwa arus lalu lintas yang terbesar dari arah Malang - Surabaya terjadi pada jam 15.49 sebesar 89 kendaraan atau 67,4 smp, sedangkan dari arah Surabaya - Malang arus lalu lintas yang terbesar terjadi pada jam 12.08 sebesar 81 kendaraan atau 64,5 smp



Gambar 4. 2 :
Arus Lalu Lintas Pada Jalan Raya Malang - Surabaya Km. 10

4.5. Analisis Tundaan (*delay*) dan Panjang Antrian Kendaraan

Survai tundaan (*delay*) dilakukan untuk mencari berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melewati perlintasan kereta api. Dalam arti kendaraan tersebut mengalami gangguan akibat melintasnya kereta api. Jenis tundaan (*delay*) yang diambil datanya adalah *stopped delay* kendaraan , yaitu selisih antara kendaraan paling depan dengan kendaraan paling belakang dalam satu lajur antrian untuk satu kali waktu penutupan pintu perlintasan. Sedangkan survai panjang antrian dilakukan untuk mencari variasi panjang antrian (diukur dalam satuan meter) yang terbentuk di jalan raya Malang - Surabaya Km.10 akibat aktivitas di perlintasan kereta api. Panjang antrian akan bervariasi pada tiap lajur pendekat lintasan dan untuk masing-masing waktu penutupan pintu perlintasan kereta api. Pengamatan panjang antrian dilakukan dengan mencatat panjang antrian kendaraan yang terbentuk dalam satuan meter. Data *stopped delay* dan panjang antrian untuk masing-masing lajur dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6.

Stopped delay pada masing-masing lajur pendekat perlintasan memiliki perilaku tersendiri. Pada tabel 4.5 (arah Malang - Surabaya) tampak pada jam 11.53, dengan durasi penutupan pintu perlintasan kereta api adalah 193 detik ternyata *stopped delay* yang terjadi di lajur dua menunjukkan angka tertinggi, yaitu 435 detik / kend. Secara keseluruhan *stopped delay* yang terjadi di lajur dua memiliki *stopped delay* yang lebih besar dari pada lajur satu. Salah satu penyebab tundaan (*delay*) di lajur dua yang lebih besar dibanding dengan lajur satu adalah pengaruh panjang antrian yang cukup besar dan juga adanya pengaruh *merging* dari kendaraan pada lajur satu. Arus kendaraan di lajur satu mengalami gangguan akibat adanya parkir disisi kiri ruas jalan Malang - Surabaya Km. 10, beberapa meter setelah perlintasan kereta api. Dan salah satu faktor penyebab besarnya tundaan (*delay*) di lajur dua adalah kecenderungan usaha untuk mencari celah

atau gap yang dilakukan oleh pengemudi di lajur satu untuk berpindah ke lajur dua. Perilaku dari pengemudi di lajur satu akan mempengaruhi besarnya tundaan (*delay*) di lajur dua, sehingga tundaan (*delay*) yang terjadi di lajur dua lebih besar dibandingkan dengan lajur satu.

Tabel 4.5 : Data Stopped Delay Dan Panjang Antrian Kendaraan
Arah Malang - Surabaya

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
1	07.02	77	304	324	88	86
2	07.05	82	333	396	96	103
3	07.05	95	348	390	107	114
4	07.06	85	315	432	80	88
5	07.11	85	408	473	91	101
6	07.11	110	349	418	101	110
7	07.14	81	240	289	85	95
8	07.16	69	294	255	70	78
9	07.17	74	312	338	96	99
10	07.25	83	423	432	80	92
11	07.31	82	460	508	82	89
12	07.35	90	288	288	100	90
13	07.51	171	550	540	109	101
14	07.52	82	238	243	80	99
15	08.06	75	280	230	80	79
16	08.09	91	279	301	95	98
17	08.09	77	240	270	84	92
18	08.09	77	266	274	94	99
19	08.11	80	304	285	105	99
20	08.11	83	408	541	93	103
21	08.13	85	382	404	95	96
22	08.17	81	231	252	79	80
23	08.21	85	207	144	97	79
24	08.21	88	403	404	107	109
25	08.22	73	344	351	86	97
26	08.26	77	360	390	99	94
27	08.51	78	330	345	107	142
28	08.51	88	170	184	97	84
29	08.52	78	259	399	77	99
30	08.52	83	370	388	106	117
31	08.53	87	270	304	99	115

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
32	08.54	92	456	475	104	116
33	09.01	87	315	328	83	87
34	09.02	75	351	238	101	104
35	09.03	88	170	272	85	92
36	09.11	86	432	402	83	89
37	09.15	126	594	787	115	127
38	09.16	106	525	520	115	135
39	09.18	85	234	243	89	100
40	09.18	115	280	330	104	115
41	09.21	130	388	498	119	120
42	09.27	93	357	366	107	127
43	09.38	91	306	355	94	99
44	09.41	102	262	243	90	105
45	09.41	91	351	238	94	87
46	09.45	91	294	323	98	94
47	09.46	123	364	413	99	128
48	09.51	101	400	417	104	104
49	10.02	105	440	598	100	105
50	10.03	165	483	504	119	119
51	10.03	116	389	391	107	110
52	10.04	110	306	639	106	101
53	10.13	110	300	765	92	114
54	10.21	61	243	120	59	59
55	10.26	103	340	270	104	114
56	10.41	115	456	472	119	129
57	10.41	99	212	204	88	95
58	10.44	82	366	377	65	75
59	10.45	190	477	508	109	108
60	10.51	64	240	175	84	72
61	11.02	79	297	306	89	90
62	11.07	108	361	560	97	100
63	11.12	102	351	364	111	123
64	11.15	80	195	193	67	87
65	11.27	124	285	280	100	99
66	11.40	97	252	262	74	69
67	11.45	95	230	272	89	109
68	11.48	109	344	394	84	89
69	11.53	193	408	435	104	114
70	12.02	118	472	480	83	98
71	12.02	112	290	144	107	94
72	12.02	104	198	200	64	77
73	12.03	112	308	315	67	91
74	12.08	123	513	493	119	117
75	12.11	132	620	407	107	115
76	12.13	107	247	257	90	99

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
77	12.14	130	430	892	105	128
78	12.21	98	530	540	124	109
79	12.21	113	456	500	107	116
80	12.22	93	187	459	99	118
81	12.29	148	420	839	140	149
82	12.31	112	650	660	100	112
83	12.31	109	323	370	109	107
84	12.31	79	264	232	103	107
85	12.34	96	855	931	102	120
86	12.48	90	274	264	73	85
87	12.53	114	459	501	83	112
88	12.53	135	731	768	110	94
89	12.55	75	255	232	99	97
90	13.01	125	646	415	97	86
91	13.02	97	329	387	80	85
92	13.03	114	427	432	97	105
93	13.05	127	569	598	110	119
94	13.07	75	450	622	100	107
95	13.13	102	462	413	82	80
96	13.15	104	459	960	110	118
97	13.21	127	348	425	117	184
98	13.22	93	576	477	97	92
99	13.23	99	446	385	104	92
100	13.25	105	286	215	100	90
101	13.32	118	391	622	124	151
102	13.33	90	336	423	87	96
103	13.35	115	490	494	104	110
104	13.41	93	402	405	99	102
105	13.44	66	176	216	90	88
106	13.45	95	384	503	87	94
107	13.51	91	390	502	70	75
108	13.55	88	389	665	102	105
109	13.58	118	368	430	129	134
110	14.02	83	480	399	101	100
111	14.12	140	598	609	144	159
112	14.25	143	950	954	125	130
113	14.25	78	428	405	95	95
114	14.27	101	225	252	94	101
115	14.29	111	204	142	124	113
116	14.31	98	315	330	87	94
117	14.31	73	142	154	73	84
118	14.41	99	290	462	114	124
119	15.22	71	318	280	79	74
120	15.35	108	541	450	106	107
121	15.41	61	200	185	69	74

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2
		(detik)	(detik)	(detik)	(meter)	(meter)
122	15.44	159	630	638	149	155
123	15.49	167	711	730	169	165
124	15.50	150	900	920	98	99
125	15.53	114	231	304	97	116
126	16.02	137	414	520	126	137
127	16.15	95	432	450	90	90
128	16.17	89	450	500	109	107
129	16.18	113	374	423	86	100
130	16.21	105	690	704	117	117
131	16.21	86	330	546	106	125
132	16.21	102	580	587	117	144
133	16.50	85	405	408	81	86
134	16.50	87	480	475	92	96
135	16.52	88	365	377	96	101
136	16.53	82	427	430	106	110
137	16.55	97	495	561	121	136
138	17.10	69	229	208	94	87
139	17.15	88	530	405	104	96
140	17.20	93	490	460	119	117
141	17.25	81	355	355	95	96
142	17.25	91	430	432	117	110
143	17.30	81	344	468	89	93
144	17.35	72	312	347	72	76
145	18.00	78	279	286	114	98

Sumber : Hasil survai yang telah diolah

Tabel 4.6 : Data Stopped Delay Dan Panjang Antrian Kendaraan
Arah Surabaya - Malang

No Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1	Lajur 2	Lajur 1	Lajur 2
		(detik)	(detik)	(detik)	(meter)	(meter)
1	07.02	77	400	442	55	54
2	07.05	82	403	394	82	69
3	07.05	95	336	369	68	74
4	07.06	85	294	270	90	86
5	07.11	85	365	320	84	93
6	07.11	110	366	342	58	54
7	07.14	81	375	203	74	91
8	07.16	69	186	203	53	64
9	07.17	74	350	335	67	74
10	07.25	83	459	171	97	94
11	07.31	82	600	660	78	89

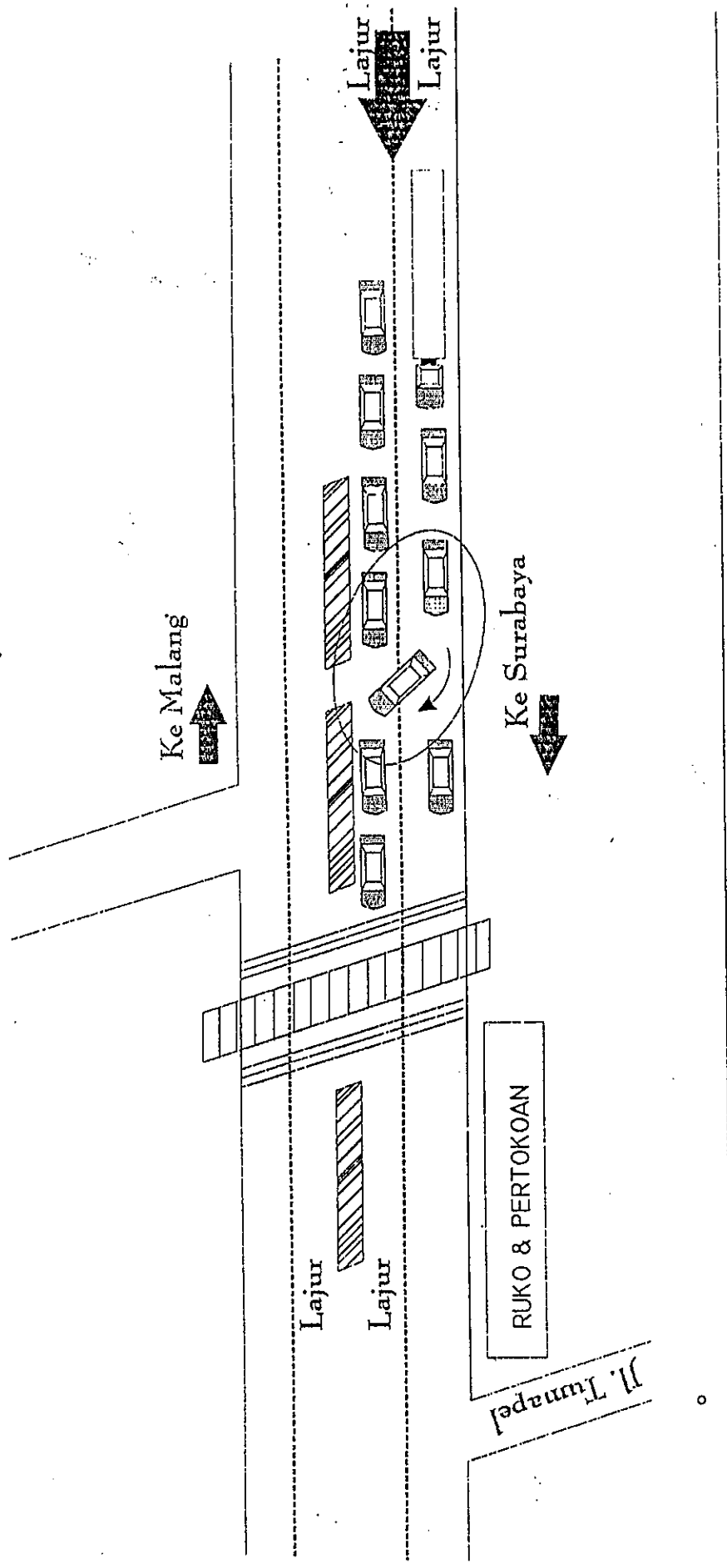
No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
12	07.35	90	151	177	26	29
13	07.51	171	384	364	84	109
14	07.52	82	299	316	94	98
15	08.06	75	297	260	75	82
16	08.09	91	320	380	117	110
17	08.09	77	196	255	75	84
18	08.09	77	198	224	84	99
19	08.11	80	301	247	97	100
20	08.11	83	333	342	64	97
21	08.13	85	413	323	97	107
22	08.17	81	270	240	76	97
23	08.21	85	198	279	74	97
24	08.21	88	336	306	93	97
25	08.22	73	298	299	64	87
26	08.26	77	302	304	99	97
27	08.51	78	344	315	79	98
28	08.51	88	360	341	105	109
29	08.52	78	224	195	77	94
30	08.52	83	312	303	94	97
31	08.53	87	187	130	84	99
32	08.54	92	354	342	94	104
33	09.01	87	441	323	80	103
34	09.02	75	329	302	98	104
35	09.03	88	344	300	97	87
36	09.11	86	308	390	44	69
37	09.15	126	688	616	84	84
38	09.16	106	510	540	90	117
39	09.18	85	204	297	64	74
40	09.18	115	560	530	91	101
41	09.21	130	475	450	104	147
42	09.27	93	219	241	104	104
43	09.38	91	340	414	99	100
44	09.41	102	405	374	97	119
45	09.41	91	297	290	95	99
46	09.45	91	305	273	100	119
47	09.46	123	583	532	109	124
48	09.51	101	297	290	99	110
49	10.02	105	275	275	64	58
50	10.03	165	729	693	164	131
51	10.03	116	402	341	119	154
52	10.04	110	503	513	89	94
53	10.13	110	435	408	109	111
54	10.21	61	231	243	93	109
55	10.26	103	285	287	99	97
56	10.41	115	383	410	119	124

No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
57	10.41	99	405	317	97	99
58	10.44	82	285	247	62	90
59	10.45	190	580	548	111	109
60	10.51	64	238	162	69	79
61	11.02	79	192	176	101	109
62	11.07	108	520	450	71	84
63	11.12	102	340	280	81	95
64	11.15	80	178	124	49	59
65	11.27	124	364	328	89	109
66	11.40	97	346	330	99	94
67	11.45	95	176	240	61	69
68	11.48	109	224	340	104	94
69	11.53	193	600	599	120	125
70	12.02	118	429	308	81	94
71	12.02	112	511	484	116	104
72	12.02	104	329	325	72	87
73	12.03	112	318	273	103	114
74	12.08	123	540	530	134	140
75	12.11	132	294	168	74	67
76	12.13	107	286	242	136	100
77	12.14	130	289	252	124	96
78	12.21	98	214	144	87	74
79	12.21	113	325	250	109	124
80	12.22	93	360	256	64	69
81	12.29	148	600	824	129	139
82	12.31	112	440	374	95	86
83	12.31	109	517	432	94	96
84	12.31	79	290	387	114	94
85	12.34	96	188	246	74	74
86	12.48	90	297	273	69	74
87	12.53	114	340	227	117	97
88	12.53	135	607	522	105	119
89	12.55	75	294	290	104	109
90	13.01	125	327	340	100	85
91	13.02	97	265	308	89	84
92	13.03	114	288	340	107	104
93	13.05	127	481	450	109	109
94	13.07	75	215	238	74	64
95	13.13	102	572	551	120	119
96	13.15	104	335	500	101	95
97	13.21	127	392	360	109	110
98	13.22	93	406	396	79	77
99	13.23	99	305	190	101	104
100	13.25	105	337	327	97	97
101	13.32	118	704	629	114	120

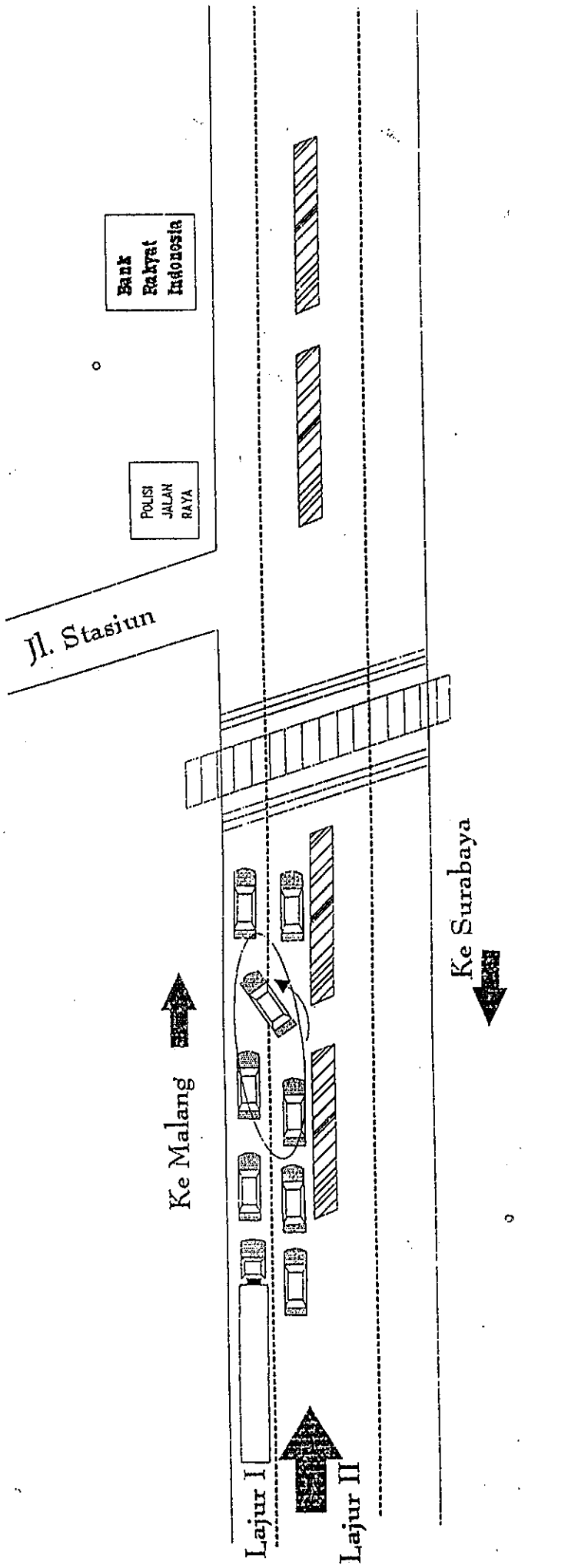
No. Sampel	Jam Penutupan	Data Durasi Penutupan (detik)	Stopped Delay		Panjang Antrian	
			Lajur 1 (detik)	Lajur 2 (detik)	Lajur 1 (meter)	Lajur 2 (meter)
102	13.33	90	336	331	114	120
103	13.35	115	375	320	99	104
104	13.41	93	272	232	93	97
105	13.44	66	295	324	90	84
106	13.45	95	420	312	74	97
107	13.51	91	406	375	80	74
108	13.55	88	323	247	99	104
109	13.58	118	412	376	119	134
110	14.02	83	286	201	91	84
111	14.12	140	450	406	120	129
112	14.25	143	702	750	98	90
113	14.25	78	321	330	110	122
114	14.27	101	379	336	85	94
115	14.29	111	397	396	129	134
116	14.31	98	406	399	95	86
117	14.31	73	325	332	94	86
118	14.41	99	360	300	79	84
119	15.22	71	221	333	89	84
120	15.35	108	410	397	83	91
121	15.41	61	342	312	69	92
122	15.44	159	505	460	109	119
123	15.49	167	968	842	105	110
124	15.50	90	317	300	124	107
125	15.53	114	595	560	117	119
126	16.02	137	606	583	114	116
127	16.15	95	380	344	94	99
128	16.17	89	379	370	94	97
129	16.18	113	410	421	75	87
130	16.21	105	314	266	77	94
131	16.21	86	376	209	84	97
132	16.21	102	417	365	104	127
133	16.50	85	409	417	89	95
134	16.50	87	375	378	100	97
135	16.52	88	365	376	97	100
136	16.53	82	467	307	95	106
137	16.55	97	340	316	89	104
138	17.10	69	284	269	77	88
139	17.15	88	307	268	104	111
140	17.20	93	285	316	92	79
141	17.25	81	376	360	97	74
142	17.25	91	420	315	97	111
143	17.30	81	279	260	87	74
144	17.35	72	260	247	96	84
145	18.00	78	232	238	74	84

Sumber : Hasil survai yang telah diolah

Dari tabel 4.6 (arah Surabaya - Malang) tampak pada jam 11.53 dengan durasi penutupan pintu perlintasan kereta api adalah 193 detik ternyata *stopped delay* yang terjadi di lajur satu menunjukkan angka tertinggi, yaitu 600 detik / kendaraan. Secara keseluruhan *stopped delay* di lajur satu memiliki *stopped delay* yang lebih besar daripada lajur dua. Salah satu penyebab tundaan (*delay*) di lajur satu yang lebih besar dibandingkan dengan lajur dua adalah pengaruh panjang antrian yang cukup besar dan juga adanya *merging* dari kendaraan pada lajur dua. Perbedaan ini diakibatkan oleh gerakan kendaraan yang sangat tergantung pada perilaku pengemudi yang cenderung untuk memilih berjalan di lajur kiri (lajur satu).



Gambar 4.3
Perilaku Kendaraan di Lajur 1 Arah Malang - Surabaya

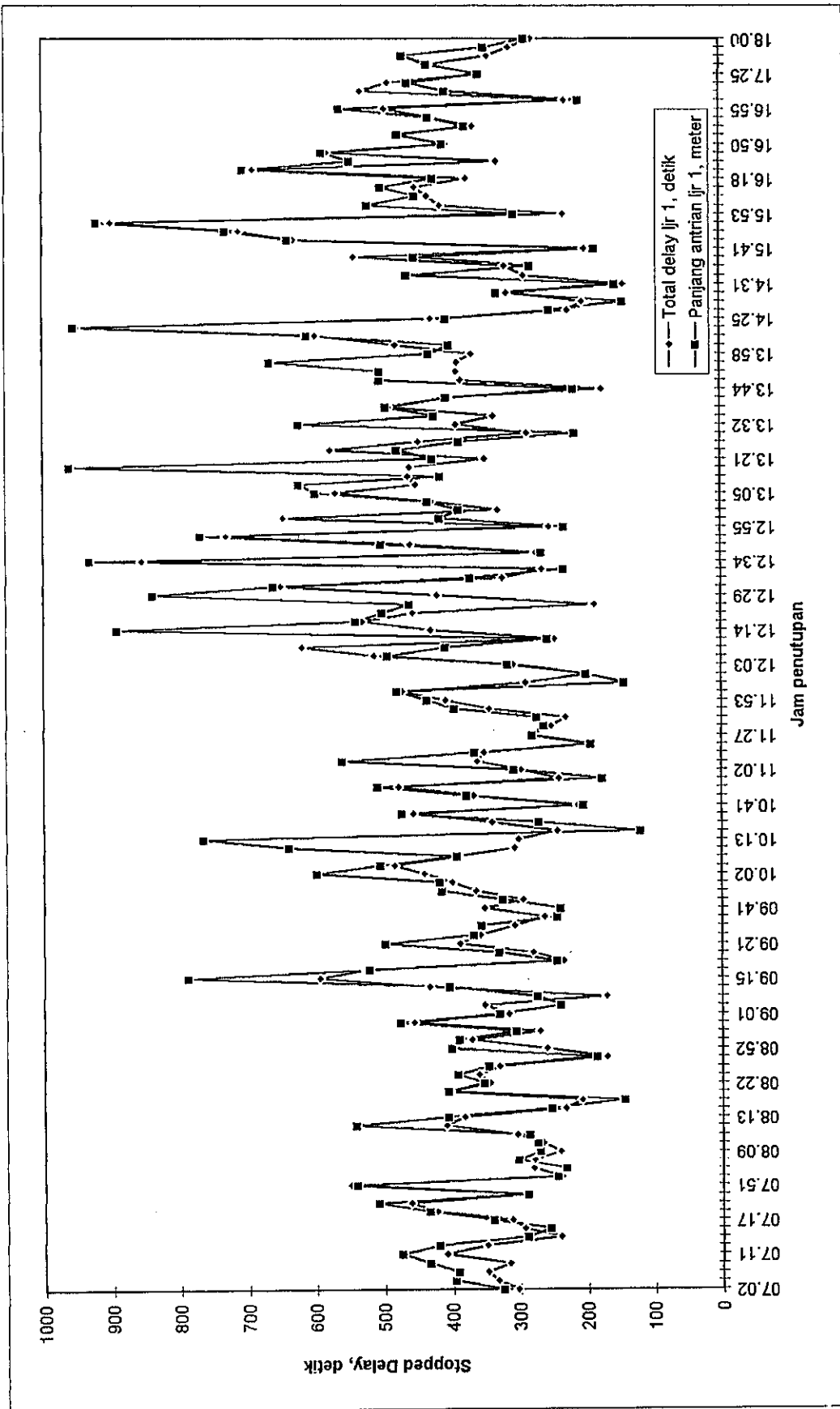


Gambar 4.4 :
Perilaku Kendaraan di Lajur 2 Arah Surabaya - Malang

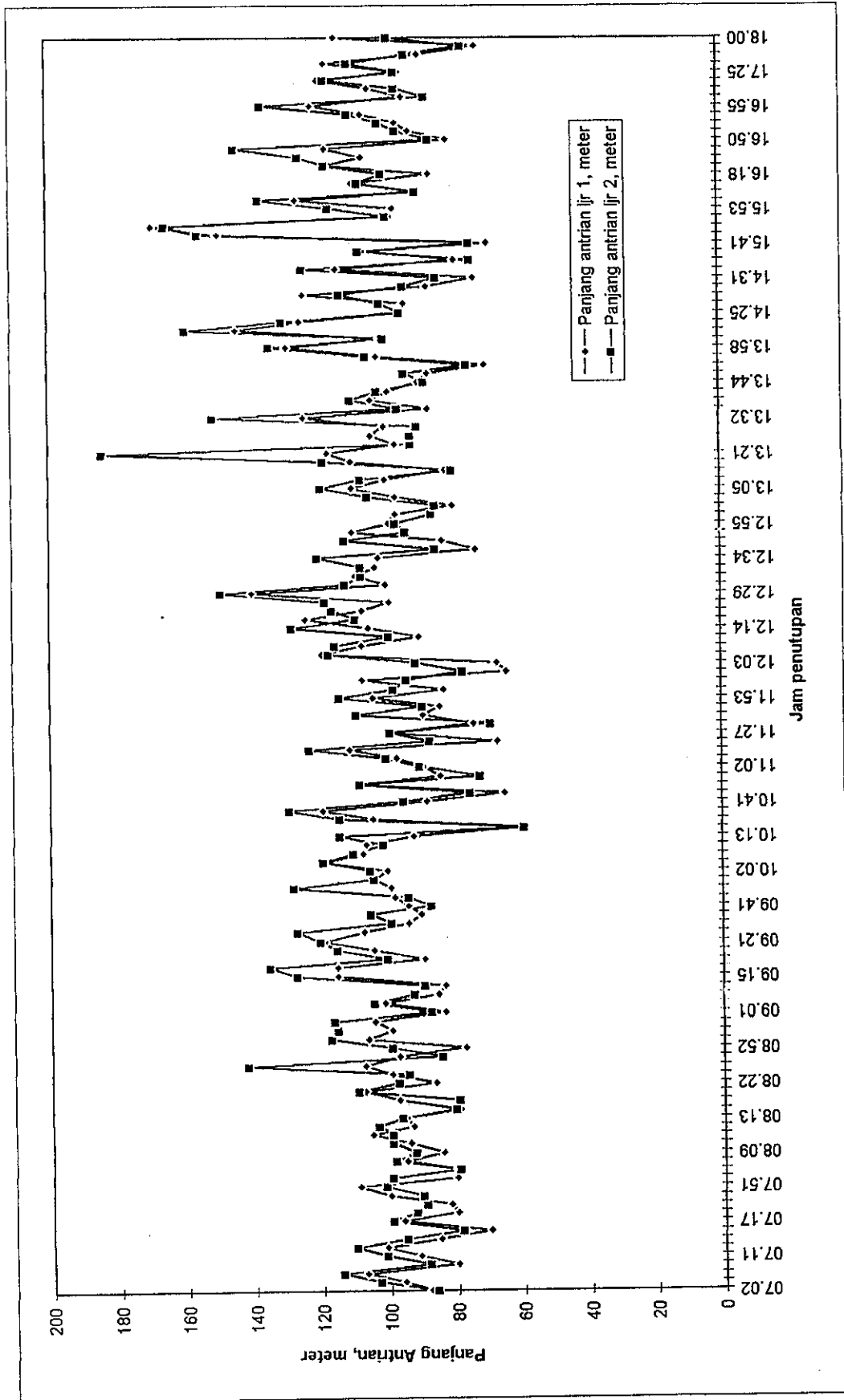
Secara umum panjang antrian kendaraan untuk arah dari Malang - Surabaya di lajur dua lebih besar dari pada di lajur satu. Sedangkan untuk kendaraan dari arah Surabaya - Malang panjang antriannya di lajur satu yang lebih besar dibandingkan dengan panjang antrian di lajur dua. Bila ditinjau dari komposisi kendaraan dalam antrian untuk masing-masing lajur, baik kendaraan dari arah Malang - Surabaya maupun kendaraan dari arah Surabaya - Malang tampak jenis kendaraan mobil penumpang lebih dominan dibandingkan dengan jenis kendaraan bus ataupun truk.

Untuk panjang antrian kendaraan dari arah Malang - Surabaya yang terbesar terjadi di lajur dua dengan panjang antrian 184 meter dan durasi penutupannya sebesar 148 detik yang terjadi pada jam 13.21. Sedangkan untuk panjang antrian kendaraan yang terpendek terjadi di lajur dua dengan panjang antrian 59 meter dengan durasi penutupannya 61 detik yang terjadi pada jam 10.21.

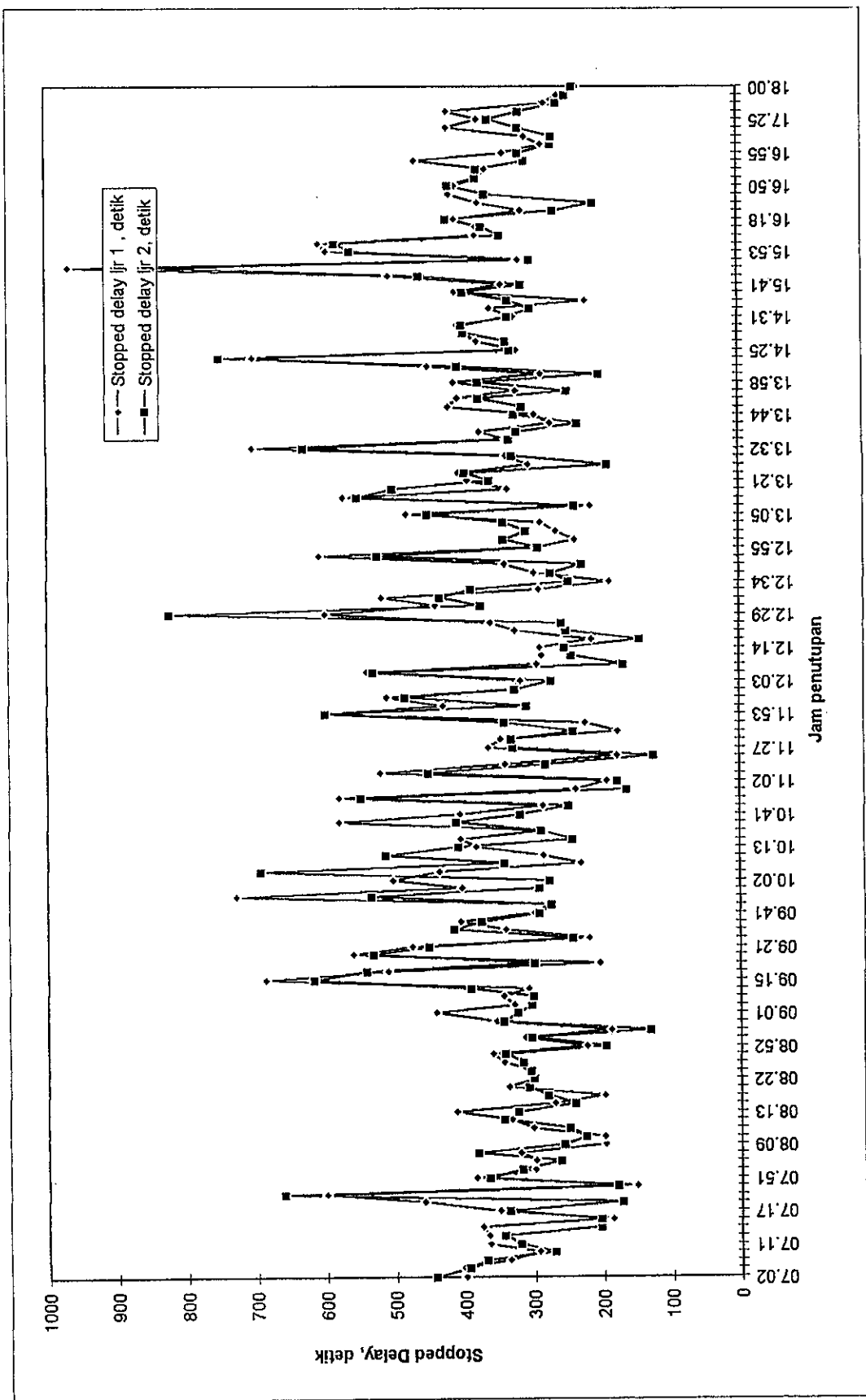
Untuk panjang antrian kendaraan dari arah Surabaya - Malang yang terbesar terjadi di lajur dua dengan panjang antrian 164 meter dengan durasi penutupan sebesar 165 detik yang terjadi pada jam 10.03. Sedangkan panjang antrian kendaraan yang terpendek terjadi di lajur satu dengan panjang antrian 26 meter dengan durasi penutupan sebesar 90 detik yang terjadi pada jam 07.35.



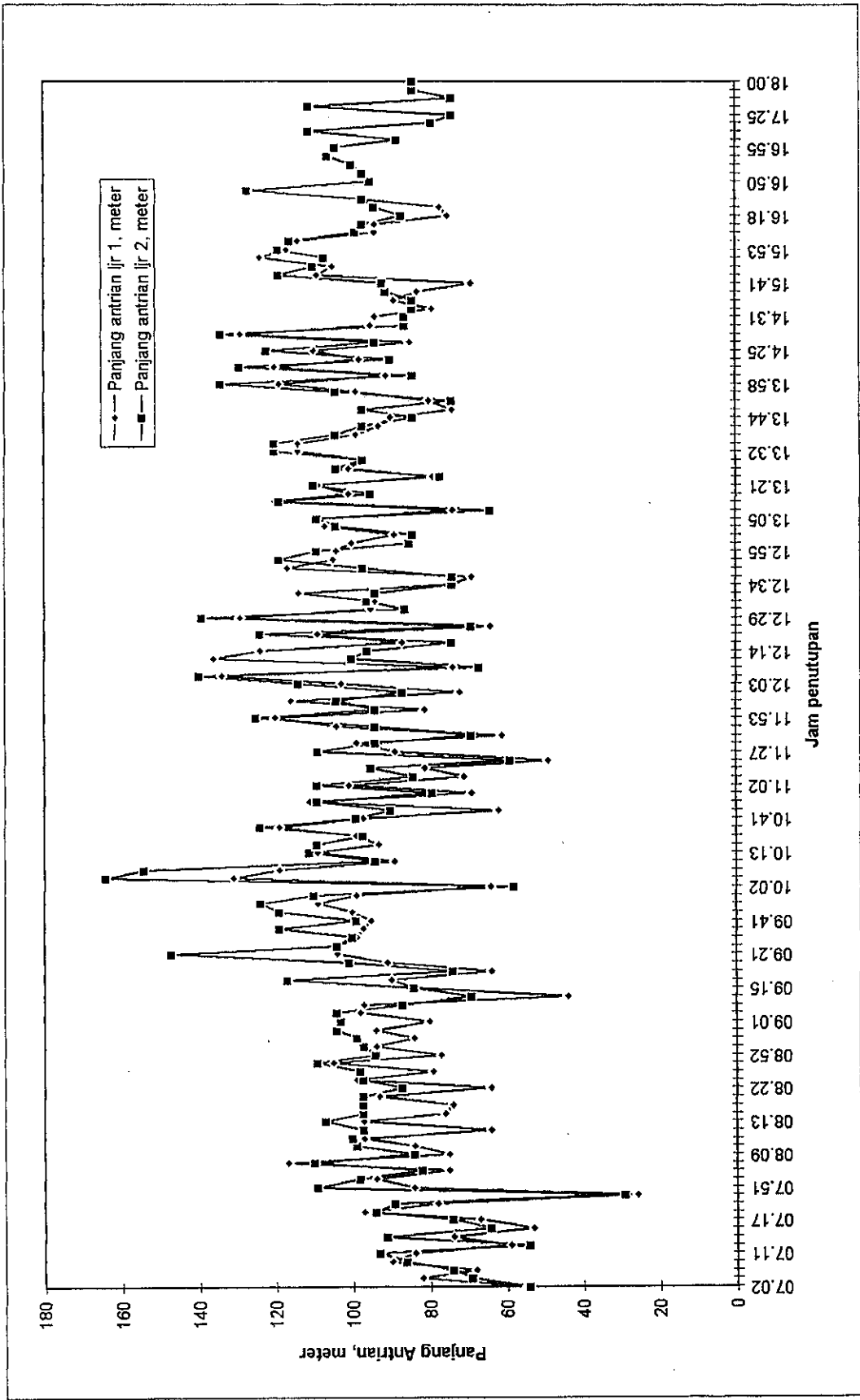
Gambar 4.5 :
Stopped Delay Kendaraan Arah Malang - Surabaya



Gambar 4.6 : Panjang Antrian Kendaraan Arah Malang - Surabaya



Gambar 4.7 :
Stopped Delay Kendaraan Arah Surabaya - Malang



Gambar 4.8 : Panjang Antrian Kendaraan Arah Surabaya Malang

4.6. Analisis Regresi

Analisis ini dimaksudkan untuk membangun model yang dapat menunjukkan pengaruh penutupan pintu lintasan kereta api terhadap arus lalu lintas, tundaan, dan panjang antrian kendaraan. Langkah ini dilakukan mengikuti prosedur analisis regresi linier standar dan juga beberapa uji signifikansi yang dibutuhkan dalam membangun model tersebut.

4.7. Model Regresi Linear

Model regresi linear ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel tidak bebas terhadap variabel bebas lainnya. Dalam penelitian ini digunakan beberapa model transformasi regresi linier, antara lain : model *Linier*, *Logarithmic*, *Quadratic*, *Cubic* dan *Exponential*. Variabel durasi penutupan pintu lintasan kereta api dan arus lalu lintas di regresikan terhadap tundaan (*delay*), dan panjang antrian, dengan tingkat kepercayaan dipilih 95%.

Dalam analisa regresi linear diperoleh beberapa nilai statistik untuk mengetahui kondisi dari model tersebut. Nilai statistik yang dihasilkan adalah nilai koefisien korelasi (*Multiple R*), derajat kepercayaan atau koefisien determinasi (R^2) dan kesalahan baku (*standard error*). Model yang terpilih adalah model yang memiliki kesesuaian terhadap ketentuan yang disyaratkan. Model yang memiliki hubungan yang paling erat antara variabel bebas dan variabel tidak bebas akan dipilih sebagai model yang terbaik. Selain itu model harus memiliki korelasi yang erat antara variabel pembentuknya, sehingga dapat mewakili hubungan antara penutupan pintu lintasan dan arus dengan tundaan (*delay*) dan panjang antrian kendaraan. Nilai atau parameter statistik hasil dari analisis regresi linier untuk masing-masing lajur dan arah kendaraan dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah :

Tabel 4.7 : Model Tundaan (*delay*)
Arah Malang - Surabaya

Lajur	Model Regresi	Persamaan	Koef. Determin.	Koef. Korelasi	Standart Error
1	Linier	$Y = -26.321 + 1.487 X_1 + 4.368 X_2$	0.461	0.679	19.047
	Logarithmic	$Y = -48.273 + 13.427 \text{Ln}.X_1 + 7.364 \text{Ln}.X_2$	0.426	0.653	19.852
	Quadratic	$Y = 19.298 + 1.135 X_1 + 0.005 X_2^2$	0.396	0.629	19.102
	Cubic	$Y = 77.584 - 0.451 X_1 + 0.014 X_2 - 5E-05X_3$	0.229	0.478	19.130
	Exponential	$Y = 58.389 \cdot 0.008 X_1^2 + 3.366 X_2^2$	0.323	0.568	18.163
2	Linier	$Y = -159.387 + 1.874 X_1 + 6.589 X_2$	0.483	0.695	18.876
	Logarithmic	$Y = 50.620 + 14.669 \text{Ln}.X_1 + 7.236 \text{Ln}.X_2$	0.268	0.518	19.508
	Quadratic	$Y = 10.387 + 1.315 X_1 + 1.315 X_2^2$	0.414	0.642	18.925
	Cubic	$Y = -28.499 + 2.373 X_1 - 0.009 X_2 - 5E-02 X_3$	0.214	0.463	18.974
	Exponential	$Y = 59.486 \cdot 0.008 X_1^2 + 2.814 X_2^2$	0.290	0.538	18.134

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Tabel 4.8 : Model Tundaan (*delay*)
Arah Surabaya - Malang

Lajur	Model Regresi	Persamaan	Koef. Determin	Koef. Korelasi	Standart Error
1	Linier	$Y = -58.792 + 2.499 X_1 + 3.038 X_2$	0.574	0.758	19.834
	Logarithmic	$Y = -46.009 + 13.991 \text{Ln}.X_1 + 7.495 \text{Ln}.X_2$	0.506	0.711	20.205
	Quadratic	$Y = 15.904 + 1.336 X_1 + 0.004 X_2^2$	0.523	0.723	19.839
	Cubic	$Y = -66.909 + 3.590 X_1 + 0.020 X_2 - 5E-05X_3$	0.518	0.720	19.832
	Exponential	$Y = 64.355 \cdot 0.008 X_1^2 + 3.121 X_2^2$	0.541	0.735	18.137
2	Linier	$Y = 64.675 + 2.424 X_1 + 2.887 X_2$	0.528	0.727	24.162
	Logarithmic	$Y = -50.812 + 14.592 \text{Ln}.X_1 + 5.998 \text{Ln}.X_2$	0.363	0.602	24.118
	Quadratic	$Y = 17.739 + 1.861 X_1 + 0.008 X_2^2$	0.361	0.601	24.058
	Cubic	$Y = 23.495 - 3.809 X_1 + 0.038 X_2 - 5E-02X_3$	0.289	0.537	24.138
	Exponential	$Y = 62.846 \cdot 0.008 X_1^2 + 3.442 X_2^2$	0.328	0.573	22.155

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Keterangan :

Y = tundaan (*delay*)

X_1 = durasi penutupan pintu lintasan

X_2 = arus lalu lintas

Nilai atau parameter linier regresi yang dihasilkan menunjukkan besarnya koefisien determinasi (R^2) yang bervariasi. Bentuk model yang memiliki nilai R^2 yang tertinggi adalah bentuk transformasi regresi *Linier* dengan nilai antara 0.461 - 0.574. Artinya model *Linier* akan memberikan suatu garis linier regresi dari data yang lebih baik dibandingkan dengan model lainnya. Walaupun nilai yang diperoleh tidak mendekati 1. Begitu juga dengan nilai koefisien korelasi (r), model *Linier* untuk seluruh lajur pendekat lintasan memiliki nilai yang tertinggi. Artinya antara variabel pembentuk model menunjukkan korelasi yang baik dan variabel independen (durasi penutupan pintu lintasan dan arus) sangat mempengaruhi besarnya tundaan (*delay*) yang dihasilkan.

Untuk model regresi linier yang menjelaskan hubungan antara pengaruh durasi penutupan pintu lintasan ketera api dan arus lalu lintas terhadap panjang antrian ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 : Model Panjang Antrian Kendaraan
Arah Malang - Surabaya

Lajur	Model Regresi	Persamaan	Koef. Determin	Koef. Korelasi	Standart Error
1	Linier	$Y = 14.804 + 0.209 X_1 + 1.174 X_2$	0.567	0.853	13.304
	Logarithmic	$Y = -134.387 + 51.681 \text{Ln}.X_1 + 46.136 \text{Ln}.X_2$	0.445	0.667	12.997
	Quadratic	$Y = 30.497 + 0.867 X_1 - 0.002 X_2^2$	0.344	0.586	13.857
	Cubic	$Y = 106.128 - 1.167 X_1 + 0.016 X_2 - 5E-05X_3$	0.353	0.594	13.809
	Exponential	$Y = 61.899. 0.005 X_1^2 + 1.268 X_2^2$	0.406	0.637	4.135
2	Linier	$Y = 19.966 + 0.219 X_1 + 0.975 X_2$	0.601	0.864	11.065
	Logarithmic	$Y = -157.053 + 57.186 \text{Ln}.X_1 + 48.163 \text{Ln}.X_2$	0.409	0.640	15.473
	Quadratic	$Y = 3.423 + 1.485 X_1 - 0.004 X_2^2$	0.332	0.576	16.254
	Cubic	$Y = 98.981 - 1.093 X_1 + 0.017 X_2 - 5E-05X_3$	0.423	0.650	15.407
	Exponential	$Y = 64.116. 0.005 X_1^2 + 3.294 X_2^2$	0.389	0.626	4.146

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Tabel 4.10 : Model Panjang Antrian Kendaraan
Arah Surabaya - Malang

Lajur	Model Regresi	Persamaan	Koef. Determin	Koef. Korelasi	Standart Error
1	Linier	$Y = 2.203 + 0.145 X_1 + 1.423 X_2$	0.625	0.790	12.489
	Logarithmic	$Y = 149.177 + 52.965 \text{Ln}.X_1 + 29.252 \text{Ln}.X_2$	0.325	0.571	17.185
	Quadratic	$Y = 26.918 + 0.811 X_1 - 0.001 X_2^2$	0.321	0.575	17.1801
	Cubic	$Y = 130.705 - 2.013 X_1 + 0.023 X_2 - 6E-03X_3$	0.341	0.584	17.101
	Exponential	$Y = 54.359. 0.005 X_1^2 - 5.638 X_2^2$	0.150	0.388	4.294
2	Linier	$Y = 3.397 + 0.179 X_1 + 1.255 X_2$	0.509	0.713	14.720
	Logarithmic	$Y = -150.812 + 54.592 \text{Ln}.X_1 + 27.562 \text{Ln}.X_2$	0.367	0.606	16.169
	Quadratic	$Y = 37.740 + 0.702 X_1 - 0.008 X_2^2$	0.377	0.614	16.093
	Cubic	$Y = 103.495 - 3.809 X_1 - 0.038 X_2 - 5E-01X_3$	0.406	0.637	15.765
	Exponential	$Y = 59.323. 0.005 X_1^2 + 3.829 X_2^3$	0.292	0.549	4.183

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Keterangan :

- Y = panjang antrian kendaraan
- X_1 = durasi penutupan
- X_2 = arus lalu lintas

Dari hasil analisis untuk seluruh lajur pendekat lintasan bentuk model yang memiliki nilai R^2 tertinggi adalah bentuk model Linier dengan nilai antara 0.509 - 0.625. Artinya *model Linier* akan memberikan suatu garis linier regresi dari data yang lebih baik dibandingkan dengan model lainnya, walaupun nilai yang diperoleh tidak mendekati 1. Begitu juga dengan nilai koefisien korelasi (r), *model Linier* untuk seluruh lajur pendekat lintasan memiliki nilai yang tertinggi. Artinya antara variabel pembentuk model menunjukkan korelasi yang baik dan variabel independen (durasi penutupan lintasan kereta api dan arus lalu lintas) sangat mempengaruhi besarnya panjang antrian kendaraan.

4.8. Analisis Variansi dan Uji Signifikansi

Uji statistik dari koefisien ini (analisis variansi dan uji signifikansi) adalah untuk lebih menegaskan hubungan antar variabel model yang akan dipilih. Sedangkan untuk mengetahui signifikansi dari koefisien regresi yang dihasilkan harus dilakukan uji t dan uji F. Jika nilai tingkat kemungkinan (*significance F*) dari koefisien regresi kurang dari 0.05 (derajat kepercayaan 95%), maka hipotesa nol (H_0) akan ditolak atau jika nilai absolut dari hasil t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} .

Hasil perhitungan uji signifikansi dari model hubungan antara variabel durasi penutupan pintu lintasan kereta api, arus lalu lintas, dengan tundaan dan panjang antrian kendaraan ditampilkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 : Uji Signifikansi Regresi Model Tundaan (*Delay*)
Arah Malang - Surabaya

Lajur	Model Regresi	Hasil Uji			Hasil Tabel		R ²	Keterangan
		Nilai T	Signf.F	Nilai F	t	F		
1	Linier	2.599	0.000	23.403	1.645	3.00	0.461	Model diterima
	Logarithmic	2.867	0.000	34.941	1.645	3.00	0.426	Model diterima
	Quadratic	2.814	0.000	20.508	1.645	3.00	0.396	Model diterima
	Cubic	2.674	0.000	50.288	1.645	3.00	0.229	Model diterima
	Exponential	2.948	0.000	41.292	1.645	3.00	0.330	Model diterima
2	Linier	2.867	0.000	23.403	1.645	3.00	0.483	Model diterima
	Logarithmic	2.578	0.000	38.290	1.645	3.00	0.268	Model diterima
	Quadratic	2.888	0.000	28.587	1.645	3.00	0.414	Model diterima
	Cubic	2.131	0.000	48.426	1.645	3.00	0.214	Model diterima
	Exponential	2.362	0.000	37.173	1.645	3.00	0.290	Model diterima

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Tabel 4.12 : Uji Signifikansi Regresi Model Tundaan (*Delay*)
Arah Surabaya - Malang

Lajur	Model Regresi	Hasil Uji			Hasil Tabel		R ²	Keterangan
		Nilai T	Signf.F	Nilai F	t	F		
1	Linier	5.674	0.000	50.288	1.645	3.00	0.574	Model diterima
	Logarithmic	1.744	0.000	31.843	1.645	3.00	0.506	Model diterima
	Quadratic	2.189	0.000	16.449	1.645	3.00	0.523	Model diterima
	Cubic	1.637	0.000	11.407	1.645	3.00	0.518	Model diterima
	Exponential	1.713	0.000	27.319	1.645	3.00	0.541	Model diterima
2	Linier	5.139	0.000	41.292	1.645	3.00	0.528	Model diterima
	Logarithmic	1.220	0.000	23.640	1.645	3.00	0.363	Model diterima
	Quadratic	2.663	0.000	11.260	1.645	3.00	0.361	Model diterima
	Cubic	0.937	0.000	10.675	1.645	3.00	0.289	Model diterima
	Exponential	1.126	0.000	22.802	1.645	3.00	0.328	Model diterima

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Dari tabel diatas tersebut, yaitu uji signifikansi baik dari arah Malang - Surabaya maupun dari arah Surabaya - Malang tampak bahwa hubungan yang terjadi antara variabel independen terhadap variabel dependen sangat erat atau variabel bebas X secara signifikansi menjelaskan variabel tak bebas Y. Hal ini terbukti dari semua hasil uji signifikansi (uji t dan uji F) adalah hipotesis nol (H_0) ditolak. Sehingga variabel independen / variabel bebas (X_1 dan X_2 secara bersama) dengan signifikansi memberikan kontribusi terhadap variabel dependen / variabel tak bebas. Ini berarti terdapat hubungan yang erat antara variabel pembentuk model untuk masing-masing lajur pendekatan perlintasan. Sedangkan pengujian signifikansi regresi model panjang antrian kendaraan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 : Uji Signifikansi Regresi Model Panjang Antrian Kendaraan
Arah Malang - Surabaya

Lajur	Model Regresi	Hasil Uji			Hasil Tabel		R ²	Keterangan
		Nilai T	Signf.F	Nilai F	t	F		
1	Linier	3.427	0.000	92.845	1.645	3.00	0.567	Model diterima
	Logarithmic	3.720	0.000	114.912	1.645	3.00	0.445	Model diterima
	Quadratic	3.156	0.000	57.798	1.645	3.00	0.344	Model diterima
	Cubic	1.106	0.000	40.102	1.645	3.00	0.353	Model diterima
	Exponential	2.895	0.000	97.907	1.645	3.00	0.406	Model diterima
2	Linier	4.317	0.000	106.923	1.645	3.00	0.601	Model diterima
	Logarithmic	3.963	0.000	99.263	1.645	3.00	0.409	Model diterima
	Quadratic	3.893	0.000	50.323	1.645	3.00	0.332	Model diterima
	Cubic	1.642	0.000	34.451	1.645	3.00	0.423	Model diterima
	Exponential	3.539	0.000	90.984	1.645	3.00	0.389	Model diterima

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Tabel 4.14 : Uji Signifikansi Regresi Model Panjang Antrian Kendaraan
Arah Surabaya - Malang

Lajur	Model Regresi	Hasil Uji			Hasil Tabel		R ²	Keterangan
		Nilai T	Signf.F	Nilai F	t	F		
1	Linier	2.737	0.000	118.266	1.645	3.00	0.625	Model diterima
	Logarithmic	2.309	0.000	69.034	1.645	3.00	0.325	Model diterima
	Quadratic	2.236	0.000	35.074	1.645	3.00	0.331	Model diterima
	Cubic	1.065	0.000	24.372	1.645	3.00	0.341	Model diterima
	Exponential	2.029	0.000	25.292	1.645	3.00	0.150	Model diterima
2	Linier	2.713	0.000	73.470	1.645	3.00	0.509	Model diterima
	Logarithmic	2.102	0.000	82.845	1.645	3.00	0.367	Model diterima
	Quadratic	2.067	0.000	42.997	1.645	3.00	0.377	Model diterima
	Cubic	2.185	0.000	32.185	1.645	3.00	0.406	Model diterima
	Exponential	2.075	0.000	62.012	1.645	3.00	0.302	Model diterima

Sumber : Hasil perhitungan dengan SPSS

Dari tabel diatas tersebut, yaitu uji signifikansi baik dari arah Malang - Surabaya maupun dari arah Surabaya - Malang tampak bahwa hubungan yang terjadi antara variabel independen terhadap variabel dependen sangat erat atau variabel bebas X secara signifikansi menjelaskan variabel tak bebas Y. Hal ini terbukti dari semua hasil uji signifikansi (uji t dan uji F) adalah hipotesis nol (Ho) ditolak. Sehingga variabel independen / variabel bebas (X₁ dan X₂ secara bersama) dengan

signifikansi memberikan kontribusi terhadap variabel dependen / variabel tak bebas. Ini berarti terdapat hubungan yang erat antara variabel pembentuk model untuk masing-masing lajur pendekat perlintasan.

4.8. Pengaruh Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api

Dari hasil penelitian terlihat besarnya pengaruh penutupan pintu lintasan kereta api terhadap tundaan (*delay*) dan panjang antrian kendaraan, untuk arah Malang - Surabaya ternyata tundaan di lajur dua lebih besar dari pada di lajur satu. Hal ini disebabkan kendaraan yang berada dalam antrian di lajur dua memiliki gangguan lebih besar dibandingkan dengan lajur satu. Besarnya tundaan di lajur dua dipengaruhi oleh pola pergerakan arus dan pemilihan lajur antrian oleh pengemudi kendaraan lainnya. Dimana pengaruh kendaraan yang parkir *on street* disisi kiri setelah lintasan kereta api memberikan dampak yang signifikan kepada kendaraan dalam antrian di lajur dua. Pada saat pintu lintasan membuka dan semua kendaraan terdepan dalam antrian masing-masing lajur akan bergerak, kendaraan pada lajur satu cenderung memaksa kendaraannya untuk *merging* ke lajur dua.

Model regresi linier berganda didapat $Y_1 = 14.804 + 0.209 X_1 + 1.174 X_2$ (untuk lajur satu) dan $Y_2 = 19.966 + 0.219 X_1 + 0.975 X_2$ (untuk lajur dua), bila batasan minimum nilai X_1 adalah sebesar 66 detik dan X_2 adalah sebesar 36 kendaraan. Maka dengan waktu penutupan pintu lintasan kereta api selama 193 detik dan arus lalu lintas sebesar 66 kendaraan akan memberikan pengaruh terhadap panjang antrian kendaraan di lajur satu sebesar 126 meter dan 132 meter di lajur dua. Pada arah Surabaya - Malang, tundaan di lajur satu lebih besar dari pada di lajur dua. Hal ini disebabkan kendaraan yang berada dalam antrian di lajur satu memiliki gangguan lebih besar dibandingkan dengan lajur dua. Pada saat pintu

lajur dua. Hal ini disebabkan kendaraan yang berada dalam antrian di lajur satu memiliki gangguan lebih besar dibandingkan dengan lajur dua. Pada saat pintu lintasan membuka dan semua kendaraan terdepan dalam antrian masing-masing lajur akan bergerak, kendaraan pada lajur dua cenderung memaksa kendaraannya untuk *merging* ke lajur satu. Model regresi linier berganda didapat $Y_1 = 2.203 + 0.154 X_1 + 1.423 X_2$ (untuk lajur satu) dan $Y_2 = 3.397 + 0.179 X_1 + 1.255 X_2$ (untuk lajur dua), apabila nilai batasan minimum dari X_1 adalah sebesar 66 detik dan X_2 adalah sebesar 31 kendaraan. Maka dengan waktu penutupan pintu lintasan kereta api selama 193 detik dan arus lalu lintas sebesar 74 kendaraan akan memberikan pengaruh terhadap panjang antrian kendaraan di lajur satu sebesar 137 meter dan 131 meter di lajur dua.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian yang mengambil lokasi penelitian di kota Malang, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Durasi penutupan pintu perlintasan kereta api memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya tundaan dan panjang antrian kendaraan untuk masing-masing lajur pendekat.
2. Besarnya tundaan (*delay*) akibat pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api dari arah Malang - Surabaya yang terbesar adalah 900 detik / kendaraan yang terjadi di lajur dua. Sedangkan yang dari arah Surabaya - Malang yang terbesar adalah 968 detik / kendaraan yang terjadi di lajur satu.
3. Panjang antrian kendaraan dari arah Malang - Surabaya akibat pengaruh penutupan pintu perlintasan yang terbesar adalah 184 meter yang terbentuk di lajur dua Sedangkan yang dari arah Surabaya - Malang adalah 164 meter yang terbentuk di lajur satu.
4. Model yang sesuai untuk menjelaskan pengaruh durasi penutupan pintu lintasan kereta api terhadap tundaan (*delay*), untuk berbagai / variasi volume lalu lintas untuk masing-masing lajur adalah model regresi linier sebagai berikut :

Untuk kendaraan arah dari Malang - Surabaya :

$$\bullet Y_1 = -26.321 + 1.487 X_1 + 4.368 X_2$$

$$R^2 = 0.461$$

- $Y_2 = -159.387 + 1.874 X_1 + 6.589 X_2$

$$R^2 = 0.483$$

Untuk kendaraan arah dari Surabaya - Malang :

- $Y_1 = -58.792 + 2.499 X_1 + 3.038 X_2$

$$R^2 = 0.574$$

- $Y_2 = -64.675 + 2.424 X_1 + 2.887 X_2$

$$R^2 = 0.528$$

5. Model yang diusulkan untuk menjelaskan hubungan atau pengaruh durasi penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap panjang antrian kendaraan untuk berbagai variasi volume arus lalu lintas masing-masing lajur adalah model regresi linier sebagai berikut :

Untuk kendaraan arah dari Malang - Surabaya :

- $Y_1 = 14.804 + 0.209 X_1 + 1.174 X_2$

$$R^2 = 0.567$$

- $Y_2 = 19.966 + 0.219 X_1 + 0.975 X_2$

$$R^2 = 0.601$$

Untuk kendaraan arah dari Surabaya - Malang :

- $Y_1 = 2.203 + 0.154 X_1 + 1.423 X_2$

$$R^2 = 0.625$$

- $Y_2 = 3.397 + 0.179 X_1 + 1.255 X_2$

$$R^2 = 0.509$$

5.2. Saran

Dari penelitian ini dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlunya studi lanjutan dengan mencoba melanjutkan ke tahap pemodelan yang lain.

2. Penelitian yang lebih mendalam perlu dilakukan dengan lebih memperhatikan kondisi kendaraan yang menuju pendekat lintasan secara mikrokopis. Dan pengambilan data *stopped delay* dilakukan pada tiap kendaraan yang berada dalam antrian pada masing-masing lajur pendekat.
3. Pengambilan data sebaiknya tidak hanya dilakukan pada satu tempat saja, tetapi pada beberapa tempat sehingga dapat mencerminkan keadaan yang sesungguhnya.
4. Disarankan kepada pihak yang berkompeten untuk melakukan atau menentukan pengambilan keputusan di bidang manajemen lalu lintas khususnya di daerah lintasan kereta api.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1992, *Undang-Undang Republik Indonesia No. 13 Tahun 1992 Tentang Perkereta Api*, Departemen Perhubungan, Perusahaan Umum Kereta Api.
2. _____, 1991, *Japan International Cooperation Agency, Feasibility Study on Surabaya - Mojokerto Tol Road Project*, Republic of Indonesia Directorate General of Highways Ministry of Public Works.
3. _____, 1999, *Rencana Rancangan Tata Ruang Kota Malang*.
4. Andi, 1997, *Panduan Lengkap SPSS 6.0 for Windows*, Wahana Komputer, Yogyakarta.
5. Black, Alan, 1995, *Urban Mass Transportation Planning*, Mc Graw - Hill, Kansas.
6. Button, KJ, 1982, *Transport Economics*, Heinemann, London - England.
7. Burr, I.W, 1974, *Applied Statistical Methods (Operations Research and Industrial Engineering)*, Academic Press Inc., New York.
8. Directorate General of Highway, 1997, *Indonesian Highway Capacity Manual*, Directorate General of Highway, Ministry of Public Work, Indonesia.
9. Gerlough, D.L , Huber, M.J, 1975, *Traffic Flow Theory*, Transportation Research Board - National Research Council, Washington, D.C., 157.
10. Hayadi, B., 1998, *Efektifitas Rambu Lalu Lintas Stop Pada Lintasan Lajan Kereta Api*, Jurnal Simposium Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi - ITB, Bandung.
11. Heru Budi U, 1997, *Analisis Gelombang Kejut Pada Jalan Bebas Hambatan Dan Persimpangan Berlampu Lalu Lintas*, Tesis S-2 Jurusan Teknik Sipil, ITB, Bandung.
12. Hobb, F.D, 1995, *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*, Edisi 2, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

13. Morlok, Edward K, 1988, *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
14. Oglesby Clarkson H, 1988, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta.
15. Paul C Box and Joseph C Oppenlander, Ph.D, 1976, *Manual Traffic Engineering Studies*, Fourth Edition, Institute Of Transportation Engineering, Arlington, Virginia.
16. Salter, R.J., 1996, *Highway Traffic Analysis and Design*, Third Edition, MacMillan Press, London.
17. Sudjana, 1992, *Teknik Analisis Regresi Dan Korelasi Bagi Para Peneliti*, Tarsito, Bandung.
18. Taylor M.A.P and Young W, 1988, *Traffic Analysis New Technology And New Solution*, Hargreen Publishing Company, North Melbourne, Australia.
19. Warpani Suwardjoko, 1985, *Rekayasa Lahu Lintas*, Bhratara Karya Aksara, Jakarta