

## **TUGAS AKHIR**

# **DAMPAK TUNDAAN PADA PENGOPERASIAN PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API DI JALAN TIMOHO YOGYAKARTA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK (*THE IMPACT OF DELAY DUE TO OPERATION OF RAILROAD DOORSTOPS ON TIMOHO STREET AT YOGYAKARTA TO FUEL CONSUMPTION*)**

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



**Noffi Anisyah Pebrianti  
11511286**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2016**

TUGAS AKHIR

**DAMPAK TUNDAAN PADA PENGOPERASIAN  
PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API DI  
JALAN TIMOHO YOGYAKARTA TERHADAP  
KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK  
(THE IMPACT OF DELAY DUE TO OPERATION OF  
RAILROAD DOORSTOPS ON TIMOHO STREET AT  
YOGYAKARTA TO FUEL CONSUMPTION)**

disusun oleh

**Noffi Anisyah Pebrianti  
11511286**

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

diuji pada tanggal 8 November 2016.

oleh Dewan Penguji

Pembimbing I

Berlian Kushari, ST, M.Eng Miftahul Fauziah, Ph.D Ir Barchnas, M.Sc

10/11-2016

Penguji I

Penguji II

9 Nov 2016.

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



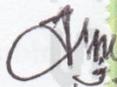
Miftahul Fauziah, Ph.D

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, November 2016

Yang membuat pernyataan.

  
Noffi A.



(11511286)

## KATA PENGANTAR

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah ﷻ: atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya, Karena keridhaan-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Dampak Tundaan Pada Pengoperasian Palang Pintu Perlintasan Kereta Api di Jalan Timoho Yogyakarta Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Berlian Kushari. ST, M.Eng, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan Sekretaris Prodi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, terima kasih atas bimbingan, bantuan dan arahan yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.,
2. Bapak Ir. Barchnas., M.Sc. selaku dosen penguji Tugas Akhir,
3. Ibu Miftahul Fauziah., ST, MT, Ph.D. selaku dosen penguji Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
4. Segenap pegawai di bagian pengajaran program studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, atas bantuan dan kerjasama yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. Mirson dan Ibu Siti Aisyah Amd selaku orang tua yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir,

6. Kakak Yopi Antarsa Aprisalendi SH dan adik-adik kandung penulis (Merryzsha Septerie Anitha SE (Proses), Ameliyanti S. Psi (Proses), Andhini Maharani ) serta segenap keluarga besar Palembang, Jakarta, dan Batam yang telah banyak memberikan dorongan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir,
7. Hengki Pranata ST yang selalu mengingatkan dan memberikan motivasi hingga terselesaikannya tugas akhir ini, terimakasih atas 4 tahun yang berarti ini semoga hingga selamanya.
8. Teman –teman surveyor yang setia membantu dalam pengambilan data untuk Tugas Akhir, dan Teman-teman angkatan 2011 program studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia,
9. Kak Dini Rahmawati, S. Psi dan Dwiki aji teman kos reliyen, atas bantuan dan kerjasama yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir.

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

Yogyakarta, November 2016  
Penulis,

Noffi Anisyah Pebrianti  
11511286

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 MANFAAT PENELITIAN	6
1.5 BATASAN PENELITIAN	6
1.6 LOKASI PENELITIAN	7
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 DAMPAK PENGGUNAAN PERLINTASAN KERETA API SEBIDANG DENGAN JALAN	8
2.2 ESTIMASI KONSUMSI BBM DALAM TUNDAAN LALU LINTAS	11
2.3 PERBEDAAN PENELITIAN INI DENGAN PENELITIAN TERDAHULU	13
BAB III	19

LANDASAN TEORI	19
3.1 TUNDAAN	19
3.2 KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS	20
3.2.1 Volume ( $q$ )	20
3.2.2 Kecepatan ( $v$ )	22
3.2.2 Kerapatan/Kepadatan ( $k$ )	24
3.2.3 Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan	25
3.2.4 Hubungan antara kecepatan ( $Us$ ) – Kerapatan ( $k$ )	27
3.2.5 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kecepatan ( $Us$ )	27
3.2.6 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kerapatan ( $k$ )	28
3.3 PEMODELAN HUBUNGAN ANTARA VOLUME, KECEPATAN DAN KERAPATAN	29
3.3.1 Model Linier <i>Greenshields</i>	29
3.2.7 Model Logaritmik <i>Greenberg</i>	31
3.2.8 Model Ekspensial <i>Underwood</i>	33
3.3 PANJANG ANTRIAN	34
3.5 GELOMBANG KEJUT PADA PERLINTASAN SEBIDANG	35
3.6 KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK	40
BAB IV	43
METODE PENELITIAN	43
4.1 JENIS PENELITIAN	43
4.2 CARA PENGUMPULAN DATA	43
4.2.1 Subjek dan Objek Penelitian	43
4.2.2 Jenis Kendaraan yang Diamati	44
4.2.3 Alat yang Digunakan	44
4.2.4 Survei Pengumpulan Data Perlintasan	44
4.2.5 Lokasi Pengumpulan Data	47
4.2.6 Jenis dan Sumber Data	47
4.2.7 Jadwal dan Pelaksanaan Pengumpulan Data	48
4.3 BAGAN ALIR PENELITIAN	48
BAB V	50

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	50
5.1 DATA HASIL PENELITIAN	50
5.2 INVENTARISASI FASILITAS PERLINTASAN	52
5.3 ANALISIS DATA	60
5.3.1 Analisis Jumlah Kereta Api	60
<b>5.3.2 Analisis Durasi Penutupan</b>	61
5.3.3 Analisis Volume Arus Lalu Lintas	66
<b>5.3.4 Analisis Kecepatan Kendaraan</b>	70
<b>5.3.5 Analisis Kepadatan / Kerapatan (<i>Density</i>)</b>	71
5.3.6 Analisis Data <i>Shockwave</i>	73
5.3.6.1 Analisis Kecepatan <i>Shock Wave</i>	73
5.3.7 Analisis Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan	80
5.3.7.1 Analisis Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan secara Teoritis	80
5.3.8. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM)	84
<b>5.4 PEMBAHASAN</b>	91
<b>5.4.1 Hasil Perhitungan Tundaan dan Dampak Konsumsi BBM</b>	91
<b>5.4.2 Alternatif Pemecahan Masalah dengan Underpass</b>	92
BAB VI	95
SIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 SIMPULAN	95
6.2 SARAN	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Penentuan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) pendekatan arah Utara dan Selatan	22
Tabel 5.1 Jadwal Kedatangan Kereta Api	51
Tabel 5.2 Keterangan Gambar 5.1. Geometri Perlintasan dan Simpang Jalan Timoho Yogyakarta	54
Tabel 5.3 Kesesuaian Fasilitas Keselamatan Jalan Arah Selatan-Utara	57
Tabel 5.4 Kesesuaian Fasilitas Keselamatan Jalan Arah Utara-Selatan.	58
Tabel 5.5 Jumlah Kereta Api yang Melintas	59
Tabel 5.6 Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	60
Tabel 5.7 Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	61
Tabel 5.8 Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	62
Tabel 5.9 Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	63
Tabel 5.10 Rekapitulasi Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api	64
Tabel 5.11 Penentuan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) pendekatan arah Utara dan Selatan	65
Tabel 5.12 Data Volume Lalu Lintas Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	66
Tabel 5.13 Data Volume Lalu Lintas Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	66
Tabel 5.14 Data Volume Lalu Lintas Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	67
Tabel 5.15 Data Volume Lalu Lintas Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	67
Tabel 5.16 Rekapitulasi volume Lalu Lintas	68
Tabel 5.17 Rata-Rata Arus Volume Lalu Lintas	68
Tabel 5.18 Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	69
Tabel 5.19 Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	65

Tabel 5.20 Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	70
Tabel 5.21 Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	70
Tabel 5.22 Data Kerapatan Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	71
Tabel 5.23 Data Kerapatan Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	71
Tabel 5.24 Data Kerapatan Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	71
Tabel 5.25 Data Kerapatan Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	72
Tabel 5.26 Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	82
Tabel 5.27 Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	82
Tabel 5.28 Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	82
Tabel 5.29 Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	83
Tabel 5.30 Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya <i>Stopped Delay</i> Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	84
Tabel 5.31 Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya <i>Stopped Delay</i> Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	85
Tabel 5.32 Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya <i>Stopped Delay</i> Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	85
Tabel 5.33 Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya <i>Stopped Delay</i> Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	86
Tabel 5.34 Rekapitulasi Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya <i>Stopped Delay</i>	86
Tabel 5.35 Jumlah Konsumsi BBM dan Harga BBM	88
Tabel 5.36 Jumlah Kerugian Akibat Tundaan Selama Periode Jam Puncak Arus Lalu Lintas (Arah Utara ke Selatan) dan (Arah Selatan ke Utara)	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Foto Keadaan di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta Arah Utara.	3
Gambar 1.2 Foto Keadaan di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta Arah Selatan	4
Gambar 1.3 Denah Lokasi Perlintasan Jalan Timoho Kota Yogyakarta.	7
Gambar 3.1 Hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan	26
Gambar 3.2 Hubungan kecepatan ( $Us$ ) – Kerapatan ( $k$ )	27
Gambar 3.3 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kecepatan ( $Us$ )	28
Gambar 3.4 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kerapatan ( $k$ )	28
Gambar 3.5 Arus lalu lintas setelah jalan ditutup	36
Gambar 3.6 Arus lalu lintas setelah jalan dibuka	36
Gambar 3.7 Arus lalu lintas setelah $k_j$ terkejar $k_0$	37
Gambar 3.8 Gelombang Kejut Pada Perlintasan Sebidang Jalan dengan Jalan Rel	39
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 5.1 Geometri Perlintasan dan Simpang Jalan Timoho Yogyakarta.	53
Gambar 5.2 Foto-Foto Fasilitas di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta.	56
Gambar 5.3 Foto Fasilitas Keselamatan di Perlintasan Kereta Api dari Arah Selatan - Utara.	57
Gambar 5.4 Foto Fasilitas Keselamatan di Perlintasan Kereta Api dari Arah Utara-Selatan.	58
Gambar 5.5 Diagram Lingkaran Persentase Jumlah Kereta Api	59
Gambar 5.6 Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)	61
Gambar 5.7 Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)	62
Gambar 5.8 Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)	63
Gambar 5.9 Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)	64

Gambar 5.10 Grafik Volume Lalu Lintas Hari ke 1	66
Gambar 5.11 Grafik Volume Lalu Lintas Hari ke 2	67
Gambar 5.12 Grafik hubungan $Us-q$ Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	73
Gambar 5.13 Grafik hubungan $q-k$ Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	73
Gambar 5.14 Grafik <i>Shockwave</i> $UAB$ , $UBC$ , dan $UAC$ Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	74
Gambar 5.15 Grafik hubungan $Us-q$ Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	74
Gambar 5.16 Grafik hubungan $q-k$ Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	75
Gambar 5.17 Grafik <i>Shockwave</i> $UAB$ , $UBC$ , dan $UAC$ Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	75
Gambar 5.18 Grafik hubungan $Us-q$ Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	76
Gambar 5.19 Grafik hubungan $q-k$ Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	76
Gambar 5.20 Grafik <i>Shockwave</i> $UAB$ , $UBC$ , dan $UAC$ Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	77
Gambar 5.21 Grafik hubungan $Us-q$ Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	77
Gambar 5.22 Grafik hubungan $q-k$ Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	78
Gambar 5.23 Grafik <i>Shockwave</i> $UAB$ , $UBC$ , dan $UAC$ Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	78
Gambar 5.24 Grafik Tundaan waktu penutupan 1 Hari ke 1 arah Utara - Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.	81
Gambar 5.25 Diagram Batang Konsumsi (BBM) dalam liter/smp Penutupan Perlintasan Kereta Api pada jam Puncak (Arah Utara ke Selatan).	87

Gambar 5.26 Diagram Batang Konsumsi (BBM) dalam liter/smp Tiap Penutupan Perlintasan Kereta Api pada jam Puncak (Arah Selatan ke Utara).	87
Gambar 5.27 Pemodelan Kostruksi <i>underpass box culvert</i>	92
Gambar 5.28 Denah Lokasi Rencana <i>underpass box culvert</i> .	93



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kecepatan

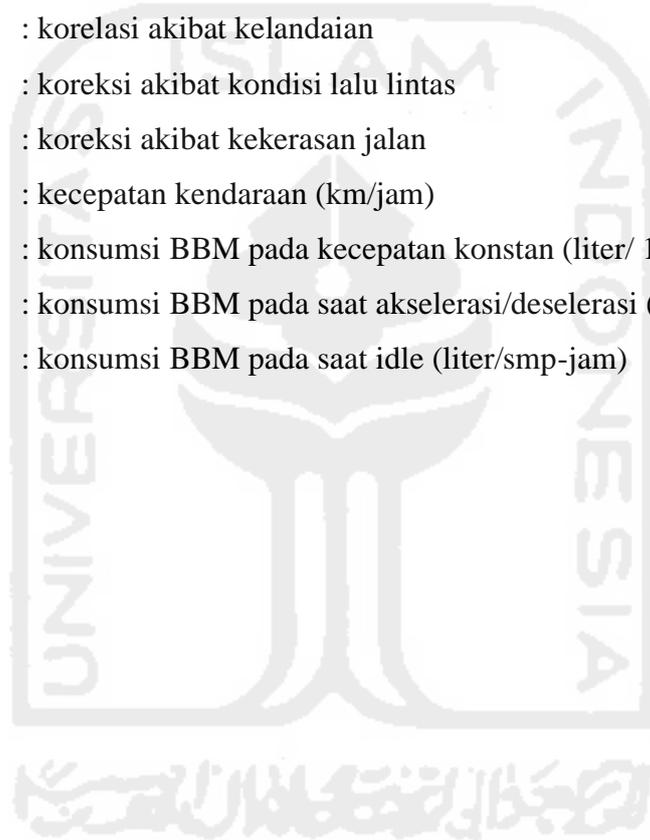
99



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$D_s$	: <i>stopped delay</i> (detik)
$n$	: total kendaraan berhenti
$T_{si}$	: waktu saat kendaraan ke $i$ berhenti
$TE_i$	: waktu saat kendaraan ke $i$ start
PHF	: faktor jam puncak (peak hour faktor)
$V$	: volume selama 1 jam (kendaraan/jam)
$U$	: kecepatan kendaraan (km/jam)
$X$	: jarak tempuh kendaraan (km)
$t$	: waktu tempuh kendaraan (jam)
$L$	: panjang penggal jalan (m)
$N$	: jumlah sampel kendaraan (smp)
$T_n$	: waktu tempuh kendaraan (jam)
$\Sigma t$	: deviasi standar dari kecepatan
$q$	: volume arus atau kapasitas (kendaraan/jam)
$s$	: <i>space meand speed</i> (km/jam)
$k$	: kerapatan (kendaraan/km)
$q_m$	: kapasitas arus maksimum (kendaraan/jam)
$U_s$	: kecepatan (km/jam)
$u_0$	: kecepatan kritis (km/jam)
$k_0$	: kerapatan kritis (kendaraan/jam)
$k_j$	: kerapatan macet (kendaraan/jam)
$k_1$	: kerapatan satu (kendaraan/jam)
$u_f$	: kecepatan arus bebas (km/jam)
$t_1$	: kondisi jalan tertutup total (detik)
$t_2$	: kondisi jalan saat pintu terbuka (detik)
$t_3$	: arus lalu lintas kembali normal (detik)
$U_{AB}$	: kecepatan dari A dan B (km/jam)
$U_{CB}$	: kecepatan dari C dan B (km/jam)

UCA	: kecepatan dari C dan A (km/jam)
emp	: ekivalensi mobil penumpang
LV	: kendaraan ringan
HV	: kendaraan berat
MC	: sepeda motor
BBM	: Bahan Bakar Minyak
Bf	: konsumsi bahan bakar dasar dalam (liter/ 1000 km)
kk	: korelasi akibat kelandaian
kl	: koreksi akibat kondisi lalu lintas
kr	: koreksi akibat kekerasan jalan
V	: kecepatan kendaraan (km/jam)
F1	: konsumsi BBM pada kecepatan konstan (liter/ 100 smp-km)
F2	: konsumsi BBM pada saat akselerasi/deselerasi (liter/ smp)
F3	: konsumsi BBM pada saat idle (liter/smp-jam)



## ABSTRAK

Peningkatan pertumbuhan kendaraan pribadi yang pesat telah menyebabkan berbagai permasalahan lalu lintas seperti tingginya tundaan dan panjang antrian. Hal ini terjadi tidak hanya pada ruas dan simpang jalan, namun juga pada perlintasan. Kota Yogyakarta sebagai kota yang mendapatkan sebutan sebagai kota pendidikan, daerah destinasi wisata terbesar kedua setelah Provinsi Bali juga memiliki problematika yang sama, seperti yang terjadi pada perlintasan kereta api Jalan Timoho yang terletak di Timur Kota Yogyakarta. Permasalahan kemacetan ini juga berdampak terhadap tingginya konsumsi BBM. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi BBM pada palang pintu perlintasan kereta di Jalan Timoho.

Jenis penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan selama dua hari yaitu Selasa, dan Sabtu dengan waktu pengamatan malam kemudian dianalisis menggunakan Metode Shockwave. Hipotesis awal bahwa konsumsi BBM saat idle, dan besar kerugian.

Berdasarkan analisis didapatkan Durasi penutupan terlama terjadi di hari ke 2 (Sabtu) pukul 19.33 selama 230 detik, dan durasi penutupan tercepat terjadi selama 126 detik. Untuk besarnya stopped delay terlama terjadi di hari ke 1 (Selasa) dari arah Utara-Selatan selama 754 detik dengan panjang antrian 2840.4 meter. Jumlah Konsumsi BBM akibat penutupan perlintasan pada arah Utara-Selatan sebanyak 3,03 liter/smp dan arah Selatan-Utara sebesar 2,17 liter/smp. Besarnya kerugian yang terbuang untuk BBM jenis Premium sebesar Rp 100.743.344.126; Pertamina sebesar Rp 177.662.073.673; Solar sebesar Rp 79.210.415.610; dan Peralite sebesar Rp 109.202.708.899; dalam 1 tahun/ 3286 kali penutupan pintu perlintasan.

Kata kunci : Simpang perlintasan, Metode Gelombang kejut, tundaan, panjang antrian, konsumsi BBM

## **ABSTRACT**

*The increasing of private vehicle growth has generated some traffic problems, such as the numbers of delays and the queue length. It is occurred not only on the links and intersections, but also on railroad doorstops. Yogyakarta known as Student City is the second tourism destination next to Bali which has similar problem such as traffic jam in Timoho which is located in the East of Yogyakarta. The cases of this traffic jam problem effects on the fuel consumption which as well traffic violations. This research aims to analyze the correlation of delay and the length of queue towards the fuel consumption and the traffic violations in railroad doorstops on Timoho.*

*The research is quantitative descriptive research. Data was taken from second day observation; Tuesday, and Saturday specifically in the evening. The data is analyzed using Shockwave method. The initial hypothesis is fuel consumption on idle, and the average of loss for BBM.*

*The data shows that The longest closing duration happened on the second day (Saturday) at 19.33 for 230 second and the closing of cross duration was 126 second. The longest stopped delay was from north to south that happened on the first day (Tuesday) that was for 754 second by the length of queue was 2840.4 meters. Fuel consumption on idle was 3,03 liters/smp from north to south and 2,17 liters/smp from south to north. The average of loss for BBM (refined fuel oil) Premium was loss is Rp 100.743.344.126; Pertamax was loss is Rp 177.662.073.673; diesel fuel was loss is Rp 79.210.415.610; and Peralite was loss is Rp 109.202.708.899; in 1 year/ 3286 railroad door stop closing..*

*Keyword : Intersection of railway-roadway Crossing, Shockwave Method, Delay, The Queue length, BBM (Refined Fuel Oil) Consumption.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) terletak di Pulau Jawa bagian timur-selatan dengan ibukota Yogyakarta, sebuah kota yang mendapatkan sebutan sebagai kota pendidikan karena memiliki fasilitas pendidikan yang lebih baik dibandingkan kota-kota lainnya. DIY juga merupakan daerah destinasi wisata terbesar kedua setelah Provinsi Bali. Tingginya keinginan masyarakat yang datang ke DIY terlihat dari banyaknya jumlah kedatangan di Bandara, Terminal, dan Stasiun sebagai titik simpul awal masuk ke DIY. Transportasi menjadi hal yang dibutuhkan untuk melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat lain setiap waktunya. Sarana prasarana pendukung untuk kelancaran, kenyamanan, dan keamanan berlalulintas terus dibangun, yang juga berdampak pada transportasi baik berbasis jalan maupun berbasis rel (jalan kereta api).

Transportasi yang baik adalah transportasi yang lancar, aman, nyaman dan efisien. Demi terwujudnya transportasi yang baik tersebut, terlebih dahulu diperlukan usaha dalam menanggulangi berbagai permasalahan transportasi yang ada saat ini dan kemudian melakukan berbagai pengembangan selanjutnya. Salah satu permasalahan transportasi adalah perlintasan sebidang antara jalan dengan jalan rel kereta api. Di Indonesia, pertemuan antara dua jenis prasarana transportasi ini telah dioperasikan secara semi otomatis dengan menggunakan palang pintu perlintasan. Walaupun telah dioperasikan dengan semi otomatis, perlintasan sebidang ini sangat berpengaruh terhadap lalu lintas di jalan raya karena sesuai dengan Undang-Undang No.23 Tahun 2007 pasal 124 tentang perkereta apian dan undang- Undang No.22 Tahun 2009 pasal 114 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, pemakai jalan wajib mendahulukan perjalanan kereta api.

Kereta api adalah salah satu sarana transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut penumpang secara massal, hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang dan

tingkat pencemaran yang lebih rendah dibandingkan dengan sarana transportasi yang lain seperti pesawat, kapal laut, bus, dan lain-lain. Keunggulan-keunggulan tersebut telah menempatkan moda kereta api ini sebagai moda unggulan di negara-negara maju dan memiliki perkembangan yang sangat pesat.

Persimpangan merupakan bagian dalam suatu sistem jaringan transportasi darat dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotongan yang bergerak didalamnya. Ada dua jenis persimpangan yaitu:

- a) persimpangan sebidang, yaitu pertemuan antara dua buah ruas jalan dalam satu bidang; dan
- b) persimpangan tidak sebidang, pertemuan dua ruas jalan atau lebih yang saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada diatas atau dibawah ruas jalan yang lain. Apabila ruas jalan bertemu dengan jalan rel dalam satu bidang, maka disebut dengan perlintasan sebidang.

Berdasarkan waktu penggunaan perlintasan, kereta api menggunakan perlintasan dengan jadwal tertentu, sedangkan kendaraan yang melewati persimpangan tidak terjadwal sehingga arus kendaraan dapat melintasi perlintasan kapan saja. Untuk kereta mempunyai hak istimewa dimana setiap kereta melintas wajib bagi pengguna jalan untuk berhenti mendahulukan kereta api hal itu sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Kereta Api (KA) pada Pasal 110 ayat (1) menyebutkan “bahwa pada perpotongan sebidang antara jalur KA dengan jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum atau lalu lintas khusus, pemakai jalan wajib mendahulukan perjalanan KA”

Peranan sistem kontrol pada pertemuan dua jalur, prasarana transportasi tersebut saat ini banyak yang telah dioperasikan secara otomatis. Permasalahan yang sering terlihat adalah walaupun sistem kontrol telah dioperasikan dengan benar, bila volume kendaraan yang mendekati lintasan demikian besar akan menimbulkan tundaan dan panjang antrian yang cukup besar. Hal ini menimbulkan gangguan pada sistem transportasi, ditandai dengan kinerja perlintasan menurun dan akan memunculkan problem transportasi lainnya yang

akan menimbulkan kerugian besar bagi pengguna jalan seperti penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM).

Pertumbuhan moda transportasi seperti sepeda motor dan mobil pribadi yang semakin tinggi telah mengakibatkan terjadinya kemacetan yang secara langsung berdampak pada waktu perjalanan yang semakin bertambah dari waktu ke waktu. Hal ini memicu tingginya konsumsi BBM kendaraan sebagai energi kendaraan bermotor yang disebabkan oleh lama tundaan dan panjang antrian.

Secara umum dapat diketahui bahwa konsumsi BBM yang terbuang di perlintasan kereta api pada saat kendaraan diam (idle) sangat dipengaruhi oleh lama tundaan dan panjang antrian.

Perlintasan sebidang yang terletak di Jalan Timoho di Kota Yogyakarta adalah salah satu dari sekian banyak perlintasan di Kota Yogyakarta yang terkena dampak dari pertumbuhan kendaraan pribadi. Jalan rel tersebut memiliki track ganda yang memotong Jalan Timoho dari arah Barat–Timur. Dari pengamatan sementara dapat dilihat bahwa arus lalu lintas Jalan Timoho ini setiap beberapa menit akan ditutup untuk kereta api melintas dan memicu antrian kendaraan yang akan melintasi perlintasan tersebut. Terlebih bila kedua jalur kereta akan dilewati secara beruntun oleh kereta api dari arah Barat–Timur dan Timur–Barat. Kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 sebagai berikut ini.



Gambar 1.1 Foto Keadaan di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta Arah Utara



Gambar 1.2 Foto Keadaan di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta Arah Selatan

Permasalahan yang ditimbulkan saat kereta melintas di perlintasan sebidang ialah semua pengguna jalan harus berhenti dan mendahulukan kereta api melintas. Hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Kereta Api (KA) pada Pasal 110 ayat (1). Kendaraan yang tertahan di pintu perlintasan akan mengalami penumpukan yang menyebabkan timbulnya antrian, dan memaksa pengguna jalan berhenti dari melaju kendaraannya di jalan dengan kondisi mesin motor dan mobil tetap menyala. Hanya sebagian pengguna jalan saja yang mematikan mesin kendaraannya untuk mendahulukan kereta melintas. Variabel lama penutupan pintu perlintasan dapat dibagi menjadi beberapa periode berikut ini.

1. periode I: pada saat bel peringatan berbunyi sampai palang pintu mulai turun.
2. periode II: pada saat palang pintu mulai turun sampai palang pintu turun penuh.
3. periode III: pada saat palang pintu turun penuh sampai kepala gerbong datang.
4. periode IV: pada saat kepala gerbong kereta datang sampai gerbong kereta berakhir.
5. periode V: pada saat gerbong kereta berakhir dan pintu palang mulai terbuka.

6. periode VI: pada saat palang pintu mulai terbuka sampai pintu palang terbuka penuh.
7. periode VII: pada saat palang pintu terbuka penuh sampai kendaraan melewati perlintasan.

Dari uraian permasalahan yang terjadi di atas maka perlu adanya penelitian yang mengkaji tentang kondisi perlintasan yang ada di Jalan Timoho saat ini. Maka dari itu penelitian ini diberi judul “Dampak Tundaan Pada Pengoperasian Palang Pintu Perlintasan Kereta Api di Jalan Timoho Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak”.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dikemukakan beberapa rumusan masalah, sebagai berikut.

1. Berapa lamanya durasi penutupan terlama dan tercepat serta kerugiannya pada pengoperasian palang pintu kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta?
2. Berapa panjang antrian akibat besarnya tundaan pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta?
3. Berapa jumlah konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) akibat tundaan serta kerugiannya pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. mengetahui lamanya durasi penutupan terlama dan tercepat serta kerugiannya pada pengoperasian palang pintu kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta,
2. mengetahui panjang antrian akibat besarnya tundaan pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta, dan
3. mengetahui jumlah konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) akibat tundaan serta keugiannya pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta.

#### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui seberapa besar konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM), dan Panjang antrian yang terjadi akibat pengaruh waktu penutupan perlintasan berdasarkan periode palang pintu kereta api pada saat jam puncak, sehingga dapat mengetahui keadaan sebenarnya pada perlintasan tersebut dan mengetahui besar kerugian pada saat jam puncak serta adanya alternatif guna mengurangi tundaan pada perlintasan palang pintu kereta api jalan Timoho Yogyakarta.

#### **1.5 BATASAN PENELITIAN**

Dalam menyusun tugas akhir ini, terdapat batasan ruang lingkup pembahasan agar tidak menyimpang dari permasalahan dan mudah dimengerti. Sesuai dengan judul yang telah dikemukakan, batasan-batasan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut.

1. Lokasi tempat penelitian yang dianalisis di jalan Timoho Yogyakarta.
2. Waktu pengambilan data dilakukan pada jam puncak hari Selasa yang mewakili hari sibuk dan hari Sabtu yang mewakili hari libur, dan dilakukan pada pukul 18.00–20.00 WIB.
3. Pengambilan data volume lalu lintas dan waktu tempuh kendaraan dilakukan dengan interval waktu 15 menit.
4. Tinjauan pengaruh variasi lama periode penutupan palang pintu kereta api terhadap panjang antrian dianalisis dengan kondisi arus lalu lintas pada dua arah, yaitu arus dari arah selatan dan arah utara.
5. Jenis kendaraan yang dianalisis adalah kendaraan ringan (mobil penumpang dan sejenisnya), kendaraan berat (bus, truk), kendaraan sepeda motor.
6. Kendaraan yang diperhitungkan dalam stopped delay dan panjang antrian hanya kendaraan pertama sampai kendaraan terakhir dalam antrian.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 DAMPAK PENGGUNAAN PERLINTASAN KERETA API SEBIDANG DENGAN JALAN**

Penelitian yang dilakukan oleh Hadis (2013) bertujuan untuk mengetahui besarnya tundaan dan panjang antrian akibat penutupan pintu pada masing-masing jalur pendekat perlintasan kereta api, untuk mengetahui pengaruh tundaan terhadap besarnya konsumsi bahan bakar kendaraan pada masing-masing jalur pendekat perlintasan dan membuat aplikasi model yang sesuai untuk menggambarkan hubungan antara tundaan, panjang antrian dan konsumsi bahan bakar minyak.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian sebagai data primer dan jadwal kereta yang melintasi perlintasan tersebut sebagai data sekunder.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan besarnya pengaruh perlintasan kereta api sebidang dengan jalan terhadap lama tundaan dan panjang antrian kaitannya dengan konsumsi bahan bakar minyak. Untuk Jalan Urip Sumoharjo rata-rata lama tundaan sebesar 429,647 detik dan panjang antrian sebesar 74,171 meter. Sedangkan Jalan HOS Cokroaminoto rata-rata lama tundaan sebesar 257,763 detik dan panjang antrian sebesar 76,654 detik. Kaitannya dengan konsumsi BBM rata-rata akibat tundaan pada penutupan perlintasan kereta api di Jalan Urip Sumoharjo sebesar 0,167 liter/smp atau sebesar 167,085 cc/smp dan Jalan Hos Cokroaminoto rata-rata sebesar 0,100 liter/smp atau 100,241 cc/smp. Dan aplikasi model yang didapatkan untuk konsumsi bahan bakar minyak pada Jalan Urip Sumoharjo adalah.

$$Y = 0,012 + 0,00004778X_1 + 0,389X_2 \quad (2.1)$$

Sedangkan aplikasi model untuk konsumsi bahan bakar minyak pada Jalan HOS Cokroaminoto adalah.

$$Y = 0,009 + 0,000002425X_1 + 0,389X_2 \quad (2.2)$$

Keterangan:

Y = Konsumsi Bahan Bakar (cc/smp),

X<sub>1</sub> = Panjang Antrian (meter), dan

X<sub>2</sub> = Lama Tundaan (detik).

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Amal (2003) bertujuan untuk mengetahui besarnya tundaan dan panjang antrian kendaraan yang terjadi akibat pengaruh penutupan perlintasan kereta api, mengidentifikasi karakteristik tundaan dan panjang antrian yang terjadi, memformulasikan pengaruh perlintasan terhadap tundaan dan panjang antrian serta memodelkan yang sesuai untuk hubungan tersebut.

Lokasi penelitian dilakukan pada perlintasan 53 pada ruas jalan raya Malang- Surabaya Km.10. Survei terhadap lalu lintas dilakukan dengan pengamatan terhadap jenis kendaraan mobil penumpang, bus, dan truk yang menuju pendekat 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 linear berganda menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan model Logarithmic, Quadratic, Cubic dan Exponential. Model tundaan dan panjang antrian kendaraan tersebut adalah Sebagai berikut:

$Y_1 = -26,32 + 1,48 X_1 + 4,36 X_2$  dengan  $R^2 = 0,46$ ,  $T = 2,59$ ,  $F = 23,40$  dan  $Y_2 = -159,38 + 1,87 X_1 + 6,58 X_2$  dengan  $R^2 = 0,48$ ,  $T = 2,86$ ,  $F = 23,4$ . Serta  $Y_1 = 14,80 + 0,20 X_1 + 1,17 X_2$  dengan  $R^2 = 0,56$ ,  $T = 3,42$ ,  $F = 92,84$  dan  $Y_2 = 19,96 + 0,21 X_1 + 0,97 X_2$  dengan  $R^2 = 0,601$ ,  $T = 4,31$ ,  $F = 106,92$ .

Model tersebut secara statistic masih terlihat kurang baik, hal ini di tunjukkan dari nilai  $R^2$ , T dan F yang masih relative rendah. Disamping itu terdapat inkonsistensi antara model tundaan dan panjang antrian kendaraan yang

disebabkan karena adanya kekurangan konsistensi antara survai tundaan dan panjang antrian kendaraan.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Yusyadiputra (2014) bertujuan untuk memberikan solusi atas hasil analisa kinerja lalu lintas pada simpang perlintasan sebidang antara jalan antara jalan raya dengan jalan rel di Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal untuk menghadapi meningkatnya perjalanan kereta api akibat *double track* di tahun 2014.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian sebagai data primer dan jadwal kereta yang melintasi perlintasan tersebut sebagai data sekunder, data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan metode *shockwave*.

Hasil analisis simpang perlintasan pada kondisi eksisting diperoleh kesimpulan bahwa untuk saat ini Jalan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal masih mampu menampung lalu lintas kendaraan yang melewati simpang perlintasan, untuk Jalan Kaligawe jika lama penutupan ( $t$ ) = 3 menit didapat panjang antrian 0,15-0,25 km dengan lama kendaraan kembali normal setelah pintu perlintasan dibuka ( $t_2$ ) = 3,913-5 menit dan jika  $t$  = 4 menit didapat panjang antrian = 0,2- 1,66 km dengan  $t_2$  = 5,21- 6,68 menit. Sedangkan di Jalan Kaliwungu jika  $t$  = 3 menit didapat panjang antrian = 0,078- 0,366 km dengan  $t_2$  = 4,172 -11,88 menit. Lama  $t$  = 4 menit didapat panjang antrian = 0,105 -0,5 km dengan  $t_2$  = 5,564 -15,85 menit. Lama  $t_2$  yang diperoleh di Jalan Kaligawe dan Kaliwungu masih kurang dari 22 dan 25 menit Menanggapi rencana PT.KAI yang akan mengoperasikan *double track* dengan menambah frekuensi kereta api dari rata-rata  $\pm 72$  menjadi  $\pm 200$  kereta api per hari, diasumsikan bahwa headway kereta adalah sama yaitu 7,2 menit, maka dari hasil analisi untuk jalan kaligawe maupun menampung lalu lintas saat terjadi penutupan pintu perlintasan jika lama penutupan 3-4 menit, tetapi untuk jalan kaliwungu sudah tidak mampu menampung arus lalu lintas jika lama penutupan 3 dan 4 menit karena  $t_2$  yang diperoleh adalah 11,88 dan 15,85 menit. Disamping itu derajat kejenuhan (DS) di Jalan Kaligawe = 0,40 dan Kaliwungu = 0,75, sehingga agar lalu lintasnya baik,

Jalan Kaliwungu perlu dilakukan perubahan geometri menjadi 4/2D. Hasil pengamatan ini dapat berguna dalam pertimbangan pengambilan kebijakan untuk pihak terkait dalam menanggapi upaya PT.KAI mengoperasikan double track pada tahun 2014 agar dapat memaksimalkan kinerja lalu lintas Jalan Kaligawe Semarang dan Jalan Kaliwungu Kendal.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Malau (2014) bertujuan untuk menganalisis karakteristik arus lalu lintas pada ruas Jalan Asrama di Medan akibat adanya perlintasan sebidang jalan dengan jalan rel dan Mengaplikasikan metode shock wave dan queueing analisis dalam perhitungan panjang antrian pada perlintasan sebidang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data volume lalu lintas dan waktu tempu kendaraan sebagai data primer, data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan metode *shockwave* dan metode *Queueing*.

Hasil analisis dan perhitungan diperoleh volume maksimum dari hasil pengamatan dilapangan sebesar 1494,8 smp/jam yang terjadi pada periode pengamatan pukul 17.00-17.15 WIB. Sedangkan volume terbesar saat kereta api melintas adalah sebesar 1439,03 smp/jam yang terjadi pada periode pengamatan pukul 17.00-17.15. Kecepatan rata-rata ruang yang paling besar yaitu 37,78 km/jam yang terjadi pada periode pengamatan pukul 08.45- 09.00 WIB. Kerapatan kendaraan yang paling maksimum sebesar 49,89 smp/km, yang pada periode pengamatan pukul 17.30- 17.45 WIB.  $R^2 = 0,64$  untuk hubungan antaran kecepatan kerapatan 0,916 untuk hubungan antara volume dan kerapatan, serta 0,266 untuk hubungan antara volume dan kecepatan. Metode Shock wave panjang antrian sebesar 468,75 meter yang terjadi pada waktu kereta melintas pukul 17.12. panjang antrian dengan metode *Queueing* terbesar 64,04 meter yang terjadi pada waktu kereta melintas pukul 16.40.

## **2.2 ESTIMASI KONSUMSI BBM DALAM TUNDAAN LALU LINTAS**

Pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin (2014) bertujuan menganalisis pengaruh tundaan, kecepatan deselerasi dan panjang antrian

terhadap konsumsi bahan bakar akibat penutupan pintu perlintasan kereta api di Kota Surakarta. Analisis tundaan dan panjang antrian didasarkan pada hasil survei pada masing-masing perlintasan. Analisis konsumsi BBM berdasarkan lama tundaan dengan menggunakan persamaan dari LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang. Hubungan penutupan perlintasan berupa tundaan dan panjang antrian dengan konsumsi BBM menggunakan analisis regresi linear sederhana.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian sebagai data primer dan jadwal kereta yang melintasi perlintasan tersebut sebagai data sekunder.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan besarnya pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap lama tundaan dan panjang antrian kaitannya dengan konsumsi bahan bakar minyak. Untuk Perlintasan Purwosari Kota Surakarta lama tundaan sebesar 167,11 detik standar deviasi 31,68 dan panjang antrian sebesar 154,56 meter standar deviasi 31,68 dan 11,331 km/jam standar deviasi 2,56. Kaitannya dengan konsumsi BBM akibat tundaan pada penutupan perlintasan kereta api di Perlintasan Purwosari Kota Surakarta sebesar 74,89 cc/smp standar deviasi 16,32. Dan aplikasi model yang didapatkan untuk konsumsi bahan bakar minyak pada Perlintasan Purwosari Kota Surakarta adalah.

$$Y = -12,417 + 0,479X_1 - 0,062X_2 + 1,758X_3 \quad (2.3)$$

Keterangan:

Y = Konsumsi Bahan Bakar (cc/smp),

X<sub>1</sub> = Panjang Antrian (meter),

X<sub>2</sub> = Lama Tundaan (detik), dan

X<sub>3</sub> = Kecepatan Deselerasi (km/jam).

### **2.3 PERBEDAAN PENELITIAN INI DENGAN PENELITIAN TERDAHULU**

Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan judul “Dampak Tundaan Pada Pengoperasian Palang Pintu Perlintasan Kereta Api di Jalan Timoho Yogyakarta Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak” dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sampai 2.5 berikut ini.



Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penyusun ( Tahun )	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan tugas akhir yang diusulkan dengan penelitian sebelumnya
1.	Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian pada Jalan Raya Malang – Surabaya Km 10	Amal (2003)	Menganalisis pengaruh tundaan dan panjang antrian kendaraan akibat penutupan perlintasan kereta api.	Jalan raya Malang– Surabaya Km 10	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung dilapangan. Untuk data-data yang diambil ialah data volume arus lalu lintas, waktu kendaraan terhenti dan bergerak, jumlah kendaraan dalam antrian serta panjang antrian.	Durasi penutupan pintu perlintasan kereta api memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya tundaan dan panjang antrian kendaraan untuk masing-masing lajur pendekat. Besarnya tundaan dan panjang antrian akibat penutupan pintu perlintasan dari arah Malang-Surabaya yang terbesar adalah 900 detik/kendaraan dengan panjang antrian 184 meter terjadi di lajur dua, sedangkan untuk arah Surabaya-Malang yang terbesar adalah 968 detik/kendaraan dengan panjang antrian 164 meter terjadi di lajur satu.	Dalam penelitian ini survei dilakukan selama dua hari yaitu Selasa, dan Sabtu. Panjang antrian yang ditinjau dalam penelitian ini diambil jalur tiap pendekat.

Sumber: Amal (2003)

Tabel 2.2. Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penyusun ( Tahun )	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan tugas akhir yang diusulkan dengan penelitian sebelumnya
2.	Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api di Surakarta)	Hadis (2013)	Untuk mengetahui besarnya tundaan dan panjang antrian akibat penutupan pintu pada masing-masing jalur pendekat perlintasan kereta api, besarnya konsumsi BBM pada kendaraan dan membuat aplikasi model yang sesuai untuk menggambarkan tersebut.	Perlintasan Kereta Api di Surakarta	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian.	Untuk Jalan Urip Sumoharjo rata-rata lama tundaan sebesar 429,647 detik dan panjang antrian sebesar 74,171 meter. Sedangkan Jalan HOS Cokroaminoto rata-rata lama tundaan sebesar 257,763 detik dan panjang antrian sebesar 76,654 detik. Kaitannya dengan konsumsi BBM rata-rata akibat tundaan pada penutupan perlintasan kereta api di Jalan Urip Sumoharjo sebesar 0,167 liter/smp atau sebesar 167,085 cc/smp dan Jalan Hos Cokroaminoto rata-rata sebesar 0,100 liter/smp atau 100,241 cc/smp.	Dalam penelitian ini selain untuk mengetahui banyaknya konsumsi BBM di lengkapi dengan berapa rupiah yang dihabiskan saat kondisi tidak produktif ( <i>idle</i> ).

Sumber: Hadis (2013)

Tabel 2.3. Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penyusun ( Tahun )	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan tugas akhir yang diusulkan dengan penelitian sebelumnya
3.	Pengaruh Tundaan dan Antrian Panjang Kendaraan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Pada Perlintasan Kereta Api Purwosari)	Muttaqin (2014)	Untuk mengetahui besarnya tundaan dan panjang antrian akibat penutupan pintu pada masing-masing jalur pendekat perlintasan kereta api, besarnya konsumsi BBM pada kendaraan dan membuat aplikasi model yang sesuai untuk menggambarkan tersebut	Perlintasan kereta api di Purwosari	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian.	Hasil dari penelitian Untuk Perlintasan Purwosari Kota Surakarta lama tundaan sebesar 167,11 detik standar deviasi 31.68637 dan panjang antrian sebesar 154,56 meter standar deviasi 31,68637 dan 11,331 km/jam standar deviasi 2.5665987. Kaitannya dengan konsumsi BBM akibat tundaan pada penutupan perlintasan kereta api di Perlintasan Purwosari Kota Surakarta sebesar 74,891 cc/smp standar deviasi 16.32423.	Pada peeneitian ini akan dihitung pengaruh tundaan terhadap kerugian bahan bakar minyak dalam rupiah pada kondisi tidak produktif

Sumber: Muttaqin (2014)

Tabel 2.4. Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penyusun ( Tahun )	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan tugas akhir yang diusulkan dengan penelitian sebelumnya
4.	Aplikasi ShockWave Analisis dan Queueing Anlisis untuk Menghitung Panjang Antrian pada Pelintasan Sebidang	Malau (2014)	bertujuan untuk menganalisis karakteristik arus lalu lintas pada ruas Jalan Asrama akibat adanya perlintasan sebidang jalan dengan jalan rel.	Jalan Asrama, Perlintasan sebidang jalan dengan jalan rel	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data volume lalu lintas dan waktu tempu kendaraan sebagai data primer, data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan metode <i>shockwave</i> dan metode <i>Queueing</i> .	Hasil analisis diperoleh $R^2 = 0.64$ untuk hubungan antaran kecepatan kerapatan 0.916 untuk hubungan antara volume dan kerapatan, serta 0,266 untuk hubungan antara volume dan kecepatan. Metode Shock wave panjang antrian sebesar 468.75 meter yang terjadi pada waktu kereta melintas pukul 17.12. panjang antrian dengan metode <i>Queueing</i> terbesar 64.04 meter yang terjadi pada waktu kereta melintas pukul 16.40.	Pada penelitian ini menganalisis karakteristik arus lalu lintas dan menghitung panjang antrian pada perlintasan sebidang

Sumber: Malau (2014)

Tabel 2.5. Lanjutan Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Judul Penelitian	Penyusunan ( Tahun )	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan tugas akhir yang diusulkan dengan penelitian sebelumnya
5.	Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Jalan Rel Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Raya di Perlintasan Kaligawe Semarang Dan Kaliwungu Kendal	Yusyadiputra (2014)	Untuk memberikan solusi atas hasil analisa kinerja lalu lintas pada simpang perlintasan sebidang antara jalan antara jalan raya dengan jalan rel di Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal untuk menghadapi meningkatnya perjalanan kereta api akibat double track di tahun 2014.	Perlintasan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini ialah data tundaan dan panjang antrian sebagai data primer dan jadwal kereta yang melintasi perlintasan tersebut sebagai data sekunder, data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan metode shockwave.	Untuk jalan kaligawe jika lama penutupan (t) = 3 menit didapat panjang antrian 0,15-0,25 km dengan lama kendaraan kembali normal setelah pintu perlintasan dibuka (t <sub>2</sub> ) = 3,913-5 menit dan jika t= 4 menit didapat panjang antrian = 0,2- 1,66 km dengan t <sub>2</sub> = 5,21-6,68 menit. Sedangkan di jalan kaliwungu jika t = 3 menit didapat panjang antrian =0,078-0,366 km dengan t <sub>2</sub> = 4,172 -11,88 menit. Lama t=4 menit didapat panjang antrian =0,105 -0,5 km dengan t <sub>2</sub> = 5,564 -15,85 menit. Lama t <sub>2</sub> yang diperoleh di jalan kaligawe dan kaliwungu masih kurang dari 22 dan 25 menit.	Pada penelitian ini menghitung kerugian bahan bakar minyak akibat dampak antrian.

Sumber: Yusyadiputra (2014)

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 TUNDAAN

Tundaan berdasarkan Peraturan Direktorat Jendral Bina Marga tentang Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Bina Marga, 1997) 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 adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan Geometri (*Geometric Delay*) ialah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok simpang atau yang terhenti oleh lampu merah. Beberapa definisi tentang tundaan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. *Stopped delay* adalah waktu saat kendaraan berada dalam kondisi stationer akibat adanya aktivitas pada persimpangan.
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*.

Suatu prosedur *input* dan *output* dengan *stopped delay* ( $D_s$ ) yang dapat dihitung dengan persamaan 3.1 sebagai berikut ini.

$$D_s = \sum_{i=1}^n (T_{si} - TE_i) \quad (3.1)$$

Keterangan:

$D_s$  = *stopped delay* (detik/ kendaraan),

$n$  = total kendaraan yang berhenti,

$T_{si}$  = waktu saat kendaraan ke  $i$  berhenti, dan

$TE_i$  = waktu saat kendaraan ke  $i$  *start*.

## 3.2 KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS

Arus Lalu Lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara kendaraan yang memakai suatu ruas jalan antara satu dengan yang lainnya. Karena pengendara satu dengan yang lainnya mempunyai sifat dan cara pengemudinya yang berbeda maka perilaku arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda di karenakan kebiasaan pengemudi. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas dan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya.

Dalam menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter tersebut harus dapat didefinisikan dan diukur dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya.

Karakteristik utama arus lalu lintas yang digunakan untuk menjelaskan karakteristik arus lalu lintas adalah sebagai berikut ini.

1. volume ( $q$ )
2. kecepatan ( $v$ )
3. kerapatan/kepadatan ( $k$ )

### 3.2.1 Volume ( $q$ )

Volume merupakan jumlah kendaraan yang diamati melewati suatu titik tertentu dari suatu ruas jalan selama rentang waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya dinyatakan dengan satuan kendaraan/jam atau kendaraan /hari. (smp/jam) atau (smp/hari).

Volume kendaraan adalah parameter yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dijumlahkan dengan mengalihkan faktor konversi kendaraan yang ditetapkan sehingga nantinya

diperoleh jumlah kendaraan yang lewat pada ruas jalan tersebut. Nilai tersebut kemudian dikonversikan ke dalam smp/jam untuk mendapatkan nilai volume di bagi menjadi:

1. Volume harian (*daily volumes*)

Volume harian ini digunakan sebagai dasar perencanaan jalan dan observasi umum tentang *trend* pengukuran volume pengukuran volume harian ini dapat dibedakan:

- a. *Average Annual Daily Traffic* (AADT), yakni volume yang diukur selama 24 jam dalam kurun waktu 365 hari, dengan demikian total kendaraan yang dibagi 365 hari.
- b. *Average Daily Traffic* (AAD), Yakni volume yang diukur selama 24 jam penuh dalam periode waktu tertentu yang dibagi dari banyaknya hari tersebut.

2. Volume Per jam (*hourly volumes*)

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga tentang Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Dirjen Bina Marga, 1997) perhitungan arus lalu lintas dilakukan persatuan 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 merupakan perbandingan antara volume arus lalu lintas jam puncak dengan 4 kali *rate of flow/15* menit volume arus lalu lintas tertinggi pada jam yang sama (jam puncak), seperti persamaan 3.2 berikut.

$$PHF = \frac{V}{(4 \times V_{15}(\text{peak rate factor of flow}))} \quad (3.2)$$

Keterangan:

PHF = faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor*),

V = volume selama 1 jam (kendaraan / jam), dan

$V_{15}$  =volume selama 15 menit tersibuk pada jam tersebut (kendaraan/15 menit).

*Rate of flow* adalah nilai ekuivalensi dari volume lalu lintas perjam, dihitung dari jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada lajur/segmen jalan selama interval waktu dari satu jam.

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 ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing jenis pendekatnya, yaitu pendekat terlindung (*protected*) dan pendekat terlawan (*oppesed*). Tipe pendekat terlindung (P) adalah arus keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas kanan dan lurus. Sedangkan tipe pendekat terlawan adalah arus keberangkatan dengan konflik antara gerak lalu lintas belok kanan dengan gerakan lurus/belok kiri.

Tabel 3.1. Penentuan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) pendekatan arah Utara dan Selatan.

Tipe Jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalan lalu- lintas $W_c(m)$	
			$\leq 6$	$> 6$
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	$\geq 1800$	1,2	0,35	0,25
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,40	
	$\geq 3700$	1,2	0,25	

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

### 3.2.2 Kecepatan (v)

Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu. Dalam pergerakan arus lalu lintas. Tiap kendaraan berjalan pada jalan yang berbeda. Dengan demikian dalam arus lalu lintas tidak dikena karakteristik kecepatan kendaraan tunggal. Dari distribusi

tersebut, jumlah rata-rata atau nilai tipikal dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari arus lalu lintas.

Kecepatan merupakan lajur pergerakan yang ditandai dengan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi dengan waktu tempuh.

Kecepatan dapat didefinisikan dengan persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$U = \frac{X}{t} \quad (3.3)$$

Keterangan:  $U$  = Kecepatan (km/jam),  
 $X$  = jarak tempuh kendaraan (km), dan  
 $t$  = Waktu tempuh kendaraan (jam).

Kecepatan kendaraan pada suatu bagian jalan, akan berubah-ubah menurut waktu dan besarnya lalu lintas. Ada 2 (dua) hal penting yang perlu diperhatikan dalam menilai hasil studi kecepatan yaitu:

1. *Time mean speed* (TMS), yang didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik dari jalan selama periode waktu tertentu dengan persamaan 3.4 berikut ini.

$$U_t = Ln (1/t_1 + 1/t_2 + 1/t_3 \dots\dots + 1/t_n) \quad (3.4)$$

Keterangan:

$L$  = panjang penggal jalan (m),

$N$  = jumlah sampel kendaraan, dan

$T_n$  = waktu tempuh kendaraan (jam).

2. *Space mean speed* (SMS), yakni kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati penggal jalan selama periode tertentu.

Kedua jenis kecepatan diatas sangat berguna dalam studi mengenai hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan/ kepadatan.

Disebabkan karena sampel data yang diambil adalah terbatas pada periode waktu tertentu pada suatu titik dan harus mengikutsertakan beberapa kendaraan yang berjalan cepat, menyatakan kecepatan rata-rata kendaraan yang melewati suatu titik dalam interval waktu tertentu yang dinyatakan dalam km/jam.

Akan tetapi pada saat pengambilan data dilaksanakan kendaraan yang berjalan lambat juga harus diikutsertakan. Oleh karena itu, pendekatan antara kecepatan setempat dan kecepatan rata-rata ruang digunakan persamaan 3.5 berikut.

$$\bar{U}_s = U_t - \sigma^2 / U_t \quad (3.5)$$

Keterangan:

$\sigma$  = Deviasi standar dari kecepatan

### 3.2.2 Kerapatan/Kepadatan (k)

Kerapatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur diekspresikan dalam kendaraan perkilometer. Nilai kerapatan dapat dihitung jika nilai volume dan kecepatan kendaraan telah diperoleh sebelumnya. Kerapatan sulit di ukur secara langsung di lapangan, melainkan dihitung dari nilai kecepatan dan volume arus dengan persamaan 3.6 sebagai berikut ini.

$$k = q \times s \quad (3.6)$$

Keterangan:

$q$  = volume arus (kendaraan/jam),

$s$  = *space meand speed* (km/jam), dan

$k$  = kerapatan (kendaraan/km).

### 3.2.3 Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan

Volume, Kecepatan dan kerapatan merupakan 3 (tiga) variabel/parameter utama (makroskopis) dalam aliran lalu lintas yang digunakan mengetahui karakteristik arus lalu lintas.

1. Volume (*flow*), merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.
2. Kecepatan (*speed*), adalah tingkat gerakan di dalam suatu jarak tertentu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer/jam.
3. Kerapatan (*density*), merupakan jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/kilometer.

Hubungan antara ketiga parameter di atas selanjutnya dapat dinyatakan dalam hubungan matematis dengan persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$q = k \times U_s \quad (3.7)$$

Keterangan:

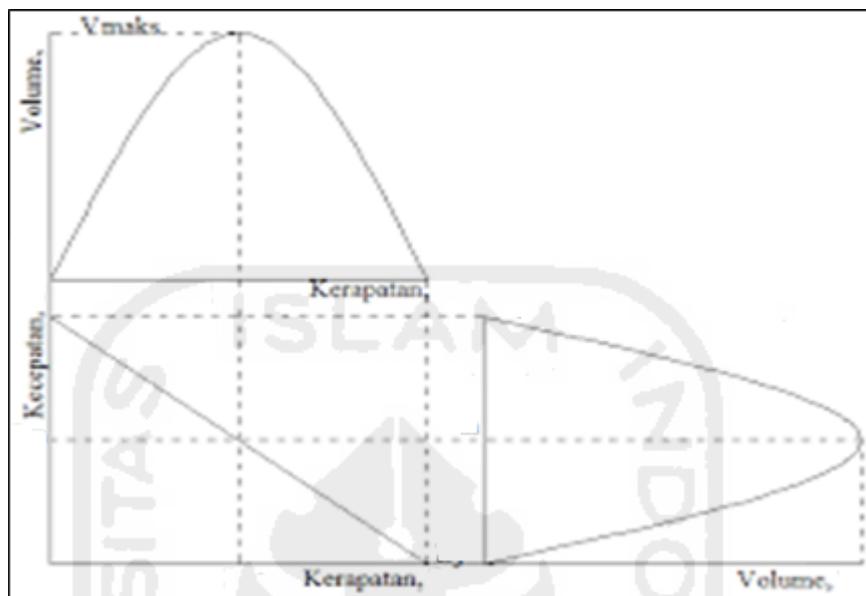
$q$  = volume (kendaraan/jam),

$U_s$  = Kecepatan (km/jam), dan

$k$  = Kerapatan (kendaraan/km).

Persamaan di atas hanya berlaku untuk arus lalu lintas tak terganggu, dimana setiap arus bergerak secara bebas tidak ada pengaruh dari luar. Contoh aliran ini dapat dilihat pada arus lalu lintas jalan utam dari jalan bebas hambatan. Hubungan anantara ketiga parameter tersebut menggambarkan tentang aliran lalu lintas tidak terinterupsi (*uninterrupted traffic stream*) dimana volume merupakan hasil dari kecepatan dan kerapatan. Sementara itu hubungan tersebut untuk lalu

lintas yang stabil, kombinasi variabel yang menghasilkan hubungan dua dimensi, Gambar 3.1 di bawah mengilustrasikan tentang bentuk umum hubungan tersebut.



Gambar 3.1 Hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan

(Sumber: Mcshane dkk, 1998)

Keterangan:

$q_m$  = Kapasitas, arus maksimum (kendaraan/jam),

$u_0$  = Kecepatan kritis, kecepatan pada saat mencapai kapasitas (km/jam),

$k_0$  = Kerapatan kritis, kerapatan pada saat mencapai kapasitas (kend/jam),

$k_j$  = Kerapatan macet, kendaraan untuk semua kendaraan berhenti (kend/jam), dan

$u_f$  = Kecepatan teoritis untuk lalu lintas ketika kerapatannya nol (km/jam).

Perlu diketahui arus “nol” (tidak ada kendaraan di jalan raya berarti kepadatannya nol, dimana kecepatan teoritis didasarkan pada ‘kecepatan’ *free flow speed*) yang merupakan arus kecepatan tertinggi. Bagi kendaraan yang ketika kepadatannya begitu tinggi sehingga kendaraan yang akan bergerak harus berhenti sehingga terjadi kemacetan lalu lintas yang disebut dengan istilah *traffic jam*. pada

kondisi ini semua kendaraan berhenti sehingga tidak ada kendaraan yang lewat pada simpang perlintasan tersebut.

### 3.2.4 Hubungan antara kecepatan ( $U_s$ ) – Kerapatan ( $k$ )

Kecepatan (*speed*) adalah tingkat gerakan di dalam suatu jarak tertentu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer/jam, sedangkan Kerapatan (*density*) merupakan jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/kilometer.



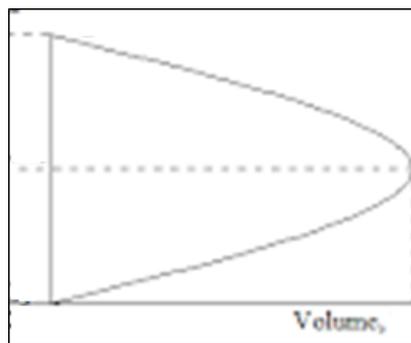
Gambar 3.2 Hubungan kecepatan ( $U_s$ )–Kerapatan ( $k$ )

(Sumber: Mcshane dkk, 1998)

Kurva ini merupakan diagram yang menjadi dasar penggambaran performa aliran lalu lintas, sebagaimana dinyatakan dalam persamaan (3.3). Dari Kurva terlihat bahwa kecepatan akan menurun apabila kerapatan bertambah. Kecepatan arus bebas ( $U_f$ ) akan terjadi apabila kerapatan sama dengan nol sedangkan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (*jam density*).

### 3.2.5 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kecepatan ( $U_s$ )

Volume (*flow*) merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam, sedangkan Kecepatan (*speed*) adalah tingkat gerakan di dalam suatu jarak tertentu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer/jam.



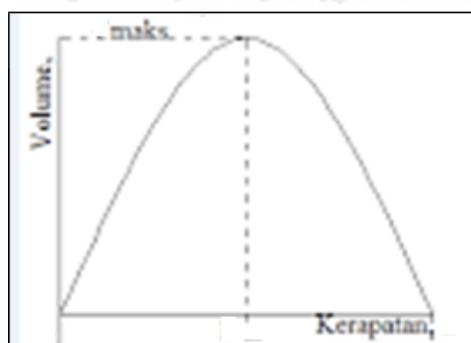
Gambar 3.3 Hubungan antara Volume ( $q$ )–Kecepatan ( $U_s$ )

(Sumber: Mcshane dkk, 1998)

Dari kurva terlihat bahwa hubungan mendasar antara volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kerapatan kritis (volume maksimum) tercapai. Setelah kerapatan kritis tercapai maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan berkurang. Jadi kurva ini menggambarkan dua kondisi yang berbeda dimana lengan atas untuk stabil sedangkan, lengan bawah menunjukkan kondisi lalu lintas yang padat.

### 3.2.6 Hubungan antara Volume ( $q$ ) – Kerapatan ( $k$ )

Volume (*flow*) merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam, sedangkan Kerapatan (*density*) merupakan jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/kilometer.



Gambar 3.4 Hubungan antara Volume ( $q$ )–Kerapatan ( $k$ )

(Sumber: Mcshane dkk, 1998)

Dari kurva akan terlihat bahwa kerapatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Volume maksimum ( $q_m$ ) terjadi pada saat kerapatan mencapai titik  $k_0$  (kapasitas) jalur jalan sudah tercapai. Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kerapatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik  $k$ .

### 3.3 PEMODELAN HUBUNGAN ANTARA VOLUME, KECEPATAN DAN KERAPATAN

Analisis untuk suatu ruas jalan didasarkan pada hubungan antara ketiga variabel parameter diatas, yaitu volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas dalam keadaan jalan lalu lintas yang ideal. Hubungan tersebut mengikuti definisi dari kriteria tingkat pelayanan didasarkan pada faktor penyesuaian untuk kendaraan yang tidak sejenis. Terdapat 3 (tiga) pemodelan yang sering digunakan untuk menyatakan keterkaitan ketiga parameter tersebut yaitu model *Greenshields*, *Greenberg* dan *Underwood*.

#### 3.3.1 Model Linier *Greenshields*

Pemodelan ini merupakan model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. *Greenshields* mengadakan studi pada jalur jalan di kota Ohio, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat ketika tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (*steady state condition*). *Greenshields* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan bersifat linear. Berdasarkan penelitian – penelitian selanjutnya terdapat hubungan yang erat antara model linier dengan keadaan data di lapangan. Hubungan linier antara kecepatan dan kerapatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan 3.

Pada prinsipnya, pemakaian model *Greenshield* ini memerlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan arus bebas ( $U_f$ ) dan kerapatan macet ( $K_f$ ) dalam menyelesaikan secara numeric hubungan kecepatan dan kerapatan.

Kecepatan arus bebas relatif mudah diestimasi di lapangan dan umumnya bernilai antara kecepatan batas dengan kecepatan rencana menghasilkan Persamaan 3.8 sebagai berikut.

$$U_s = U_f - \frac{u \cdot f}{k \cdot j} \times k \quad (\text{Hubungan antara kecepatan dan kerapatan}) \quad (3.8)$$

Keterangan:

$U_s$  = Kecepatan (km/jam),

$U_f$  = Kecepatan arus bebas (km/jam),

$K_j$  = Kerapatan macet (kend/jam), dan

$K$  = Kerapatan (kend/jam).

Selanjutnya hubungan antara volume dengan kecepatan diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.7) yaitu  $q = k \times U_s$  dan memasukkan nilai  $k = q / U_s$  ke dalam persamaan 3.8, sehingga menghasilkan persamaan 3.9 berikut ini.

$$U_s = U_f - \frac{u \cdot f}{k \cdot j} \times \frac{q}{U_s}$$

$$q = \left( \frac{u \cdot f}{k \cdot j \cdot U_s} \right) = U_f - U_s$$

$$q = k_j \times u - \frac{k_j}{u \cdot f} \times u^2 \quad (\text{Hubungan antara volume dan kecepatan}) \quad (3.9)$$

Keterangan:

$q$  = Kapasitas (kend/jam),

$K_j$  = Kerapatan macet (kend/jam),

$u$  = Kecepatan (km/jam), dan

$U_f$  = Kecepatan arus bebas (km/jam).

Dari persamaan 3.9 dapat diketahui bahwa hubungan linier antara kecepatan dan kerapatan akhirnya menghasilkan persamaan parabola untuk hubungan antara volume dan kecepatan. Untuk mendapatkan persamaan 3.10,

maka nilai  $U_s = q/k$  disubstitusikan ke dalam persamaan 3.8, sehingga menghasilkan persamaan 3.10 berikut ini.

$$\frac{q}{k} = U_f - \frac{U_f}{K_j} \cdot k$$

$$q = U_f \cdot k - \frac{U_f \cdot k^2}{K_j} \quad (\text{Hubungan antara volume dan kerapatan}) \quad (3.10)$$

Keterangan:

$q$  = Kapasitas (kend/jam),

$U_f$  = Kecepatan arus bebas (km/jam),

$K$  = Kerapatan (kend/jam), dan

$K_j$  = Kerapatan macet (kend/jam).

### 3.2.7 Model Logaritmik *Greenberg*

Hubungan ini dibuat dengan mengasumsikan bahwa arus lalu lintas mempunyai kesamaan dengan arus fluida. Pada tahun 1959 *Greenberg* menyelidiki aliran arus lalu lintas yang dilakukan pada bagian utara terowongan Lincoln di kota New York dan menganalisis hubungan antara kecepatan dan kerapatan dengan menggunakan asumsi kontinuitas dari persamaan gerakan benda cair.

Pada prinsipnya, pemakaian model *Greenberg* ini memerlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan optimum dan kerapatan macet. Kerapatan macet sangat sulit diamati di lapangan dan estimasi terhadap Kecepatan Optimum lebih sulit di perkirakan dari pada kecepatan arus bebas. Estimasi kasar untuk menentukan kecepatan optimum adalah kurang lebih setengah dari kecepatan rencana. Kelemahan dari model *Greenberg* ini adalah kecepatan arus bebas tidak terbatas. *Greenberg* merumuskan bahwa hubungan anatara  $U_s$  dan  $k$  bukan merupakan hubungan linier, melainkan fungsi Logaritmik Dasar rumusan *Greenberg* adalah persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$K = c \times e^{b.us} \quad (3.11)$$

c dan e merupakan nilai konstan.

Apabila kedua ruas nilai dinyatakan dalam bentuk logaritma naturalis, maka akan diperoleh persamaan 3.12 berikut ini.

$$\ln(k) = \ln(K = c \times e^{b.us})$$

$$\ln(k) = \ln c + b \times Us$$

$$\ln k - \ln c = + b. Us$$

$$Us = \frac{1}{b} \ln k - \frac{1}{b} \ln c \quad (3.12)$$

Fungsi tersebut di atas analog dengan fungsi linier antara Us dengan ln k, sehingga apabila nilai  $y = Us$  dan  $x = \ln k$  maka  $Y = Ax + B$ , dengan  $A = \frac{1}{b}$  dan  $B = -\frac{1}{b} \ln c$ , maka  $c = e^{-\frac{B}{A}}$  karena itu hubungan antara Us dan k menghasilkan persamaan 3.13 berikut ini.

$$Us = \frac{1}{b} \ln k - \frac{1}{b} \ln c \text{ (Hubungan antara kecepatan dan kerapatan)} \quad (3.13)$$

Selanjutnya hubungan antara q dan Us didapat dari persamaan 3.11 dengan mensubstitusikan nilai  $k = \frac{q}{Us}$  maka diperoleh persamaan 3.14 berikut ini.

$$\frac{q}{Us} = c \times e^{b.us}$$

$$q = Us \times e^{(Us-B)/A} \text{ (Hubungan antara volume dan kecepatan)} \quad (3.14)$$

Persamaan selanjutnya adalah hubungan antara q dan k didapat dari persamaan dasar 3.11, selanjutnya apabila kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma naturalis, maka diperoleh persamaan 3.15 berikut ini.

$$\ln k = b \times (q/k) + \ln c$$

$$\frac{b \times q}{k} = \ln k - \ln c$$

$$q = \frac{k}{b} (\ln k - \ln c)$$

$$q = A \times k (\ln k - \ln e^{\frac{-B}{A}}) \text{ (Hubungan antara volume dan kerapatan)} \quad (3.15)$$

### 3.2.8 Model Eksponensial *Underwood*

*Underwood* mengemukakan suatu hipotesa bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan adalah merupakan hubungan eksponensial. Dimana model ini memerlukan pengetahuan tentang kecepatan arus bebas, yang mana sedikit mudah diamati dan bervariasi tergantung pada lingkungan jalan. Kekurangan lain dari model ini adalah kecepatan yang tidak pernah mencapai nol dan kerapatan macet (*jam density*) yang tidak terbatas. Menghasilkan persamaan 3.16 sebagai berikut ini.

$$(U_s) = U_f \times e^{\frac{-k}{kc}} \text{ (Hubungan antara kecepatan dan kerapatan)} \quad (3.16)$$

Apabila kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma naturalis, maka diperoleh persamaan 3.17 sebagai berikut ini.

$$\ln (U_s) = \ln (U_f \cdot e^{\frac{-k}{kc}})$$

$$\ln (U_s) = -\frac{1}{kc} \times k + \ln (U_f)$$

$$\ln (U_s) = A \times K + B$$

Persamaan ini analog dengan persamaan linier  $y = Ax + B$  dengan  $y = \ln x$  ( $U_s$ ) Dan  $x=k$ , maka  $A = -\frac{1}{kc}$  atau  $kc = -\frac{1}{A}$  dan  $B = \ln (U_f) = e^B$  hubungan antara  $q$  dan  $k$  didapat dari persamaan dasar  $U_s = U_f \cdot e^{\frac{-k}{kc}}$  dengan substitusi sehingga diperoleh:

$$U_s = \frac{q}{k} \text{ sehingga diperoleh: } \frac{q}{k} = U_f e^{\frac{-k}{kc}}$$

Selanjutnya dengan substitusi  $U_f = e^B$  dan  $Kc = -\frac{1}{A}$  diperoleh:

$$q = k \cdot e^{B+Ak} \text{ (Hubungan antara volume dan kerapatan)} \quad (3.17)$$

Hubungan antara  $q$  dan  $U_s$  didapat dari persamaan dasar  $U_s = U_f e^{\frac{-k}{kc}}$  dengan substitusi  $k = \frac{q}{U_s}$

$$U_s = U_f \times e^{\frac{-q}{U_s \cdot kc}}$$

Apabila kedua ruas dinyatakan dalam fungsi logaritma naturalis, maka diperoleh persamaan 3.18 sebagai berikut ini.

$$\ln(U_s) = \ln(U_f \times e^{\frac{-q}{U_s \cdot kc}})$$

$$\ln(U_s) = \frac{-q}{U_s \cdot kc} + \ln(U_f)$$

$$q = -(U_s) \times kc \times \ln(U_f)$$

Dengan substitusi  $kc = \frac{-1}{A}$  dan  $\ln(U_f) = B$  didapat persamaan:

$$q = \frac{U_s}{A} \ln(U_s) - \frac{B}{A} (U_s) \text{ (Hubungan antara volume dan kecepatan)} \quad (3.18)$$

### 3.3 PANJANG ANTRIAN

Jumlah antrian dalam Direktorat Jendral Bina Marga tentang Manual Kapasitas Jalan Indonesia ( Bina Marga,1997) didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat samping 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 kondisi analisis 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 pendekatan 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 perhitungan fisik kendaraan atau dengan memberi tanda (*placing mark along the road length*) 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.

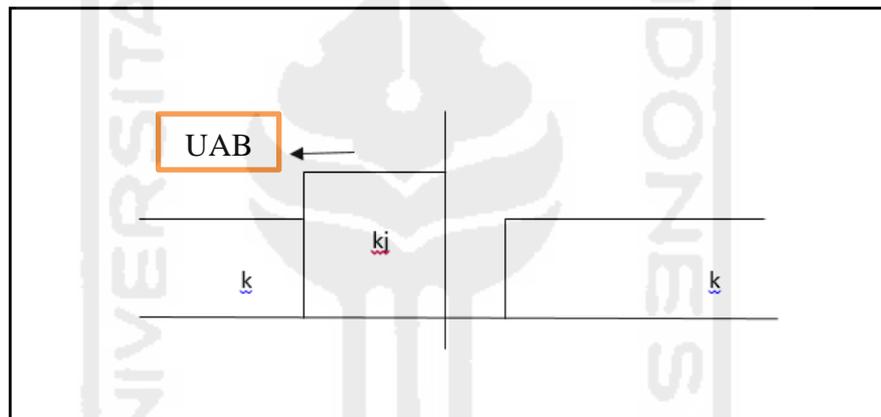
### **3.5 GELOMBANG KEJUT PADA PERLINTASAN SEBIDANG**

Menurut Malau (2014), *Shock Wave* atau gelombang kejut dapat digambarkan sebagai gerakan pada arus lalu lintas akibat adanya perubahan nilai kerapatan dan arus lalu lintas. Apabila arus dan kerapatan relatif tinggi, titik pada saat kendaraan harus mengurangi kecepatannya ditandai dengan nyala sinyal rem, yang ternyata bahwa titik tersebut akan bergerak ke arah datangnya lalu lintas. Gerakan dari titik dimana sinyal rem menyala, relatif terhadap jalan adalah gerakan dari gelombang kejut. Fenomena terjadinya gelombang kejut pada perlintasan sebidang dimulai pada saat pintu perlintasan ditutup dimana antrian mulai terbentuk dan proses pemulihannya setelah pintu perlintasan dibuka.

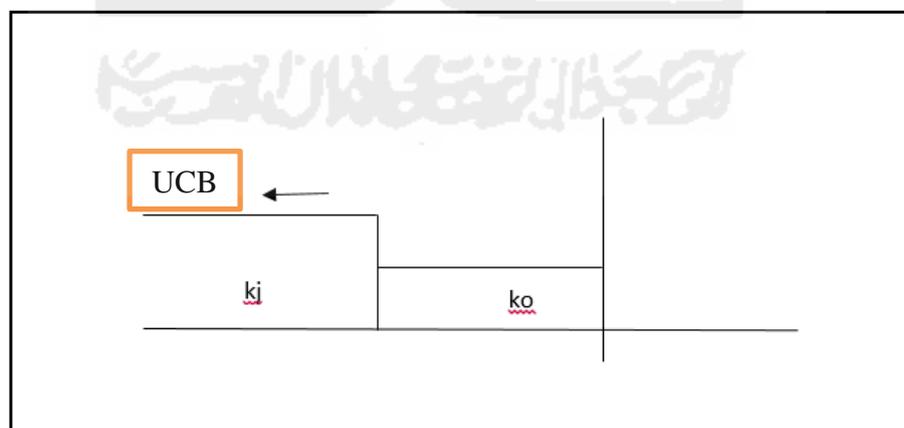
Gelombang kejut terjadi karena adanya perubahan kerapatan lalu lintas sebagai akibat dari adanya halangan pada arus lalu lintas bebas. Kondisi ini bisa terjadi pada ruas jalan karena suatu halangan tertentu seperti misalnya terjadi suatu kecelakaan, penutupan pintu perlintasan, perbaikan badan jalan dan lainnya yang bersifat insiden ataupun sebagai akibat terjadinya penyempitan lajur jalan yang bersifat permanen.

Beberapa akibat yang terjadi pada arus lalu lintas jalan raya dengan adanya fenomena *shock wave*, adalah sebagai berikut ini dan dapat dilihat pada Gambar 3.5 sampai 3.7 .

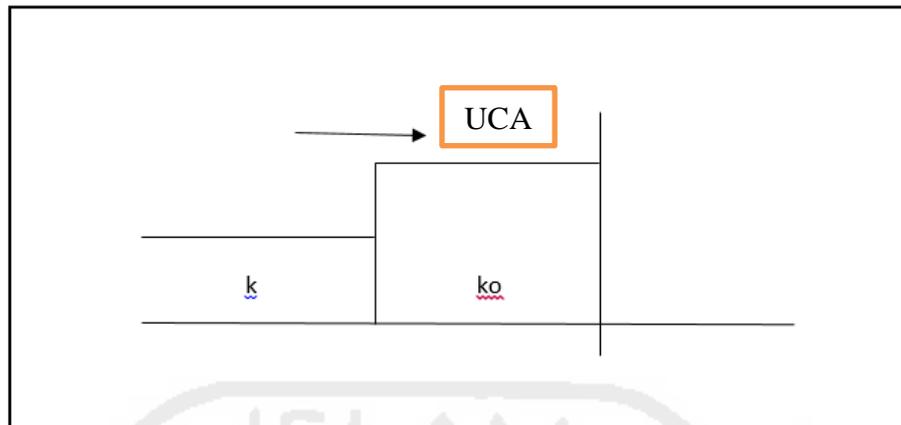
1. awalnya di potongan jalan tersebut sehingga *density* ( $k$ ) meningkat hingga mencapai  $k_j$  (*jam density*) bila jalan ditutup secara total, dan
2. terjadi perubahan *density* yang bergerak ke belakang dengan kecepatan tertentu.
3. demikian apabila jalan tersebut dibuka kembali, maka akan terjadi gelombang *density* bergerak dengan kecepatan tertentu pula.



Gambar 3.5 Arus lalu lintas setelah jalan ditutup



Gambar 3.6 Arus lalu lintas setelah jalan dibuka



Gambar 3.7 Arus lalu lintas setelah  $k_j$  terkejar  $k_0$

Hubungan antara Kecepatan (*Speed*) dan Volume (*flow*) dinyatakan dalam persamaan 3.19 sebagai berikut ini.

$$q = k_j \times u - \frac{k_j}{u_f} \times u^2 \quad (3.19)$$

Keterangan :

$q$  = Kapasitas atau arus kendaraan (kend/jam),

$k_j$  = Kerapatan macet, kendaraan pada saat semua kendaraan berhenti (kend/jam),

$u$  = Kecepatan kendaraan (km/jam), dan

$u_f$  = Kecepatan kendaraan pada saat kerapatannya nol (km/jam).

Dari persamaan (3.19) maka dapat digambarkan kondisi arus lalu lintas pada saat terjadinya hambatan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi jalan tertutup total ( $t_1$ )

Pada kondisi ini nilai kerapatan (*density*) berangsur-angsur meningkat hingga mencapai  $k_j$  yang berjarak kebelakang menghasilkan persamaan 3.20 berikut ini.

$$U_{AB} = \frac{q}{(k_j - k_1)} \quad (3.20)$$

Keterangan :

$q$  = Kapasitas atau arus kendaraan (kend/jam),

$k_j$  = Kerapatan macet, kendaraan pada saat semua kendaraan berhenti (kend/jam),

$k_1$  = Kecepatan kendaraan satu (km/jam), dan

$U_{AB}$  = Kecepatan dari A dan B (km/jam).

2. Pada saat pintu dibuka ( $t_2$ )

Pada kondisi ini maka arus lalu lintas mengalir pada kapasitasnya (atau mencapai  $k_0$ ), Kerapatan pada kondisi macet berangsur-angsur kembali sampai pada keadaan dimana kerapatan menuju ke kondisi maksimum menghasilkan persamaan 3.21 berikut ini.

$$U_{CB} = \frac{q_{maks}}{(k_j - k_0)} \quad (3.21)$$

Keterangan :

$q_{maks}$  = Kapasitas arus maksimum (kend/jam),

$k_j$  = Kerapatan macet, kendaraan pada saat semua kendaraan berhenti (kend/jam),

$k_0$  = Kerapatan kritis (kend/jam), dan

$U_{CB}$  = Kecepatan dari C dan B (km/jam).

3. Pada saat arus lalu lintas kembali normal ( $t_3$ )

Pada tahap ini pergerakan  $k_0$  dengan kecepatan  $U_{CB}$ , akan menyusul  $k_j$  yang kecepatannya  $U_{AB}$ . Setelah terkejar kerapatan saat kondisi macet akan hilang dan arus akan kembali pada kondisi normal sebelum adanya penutupan menghasilkan persamaan 3.22 berikut ini.

$$U_{CA} = \frac{(q_{maks} - q)}{(k_0 - k)} \quad (3.22)$$

Keterangan :

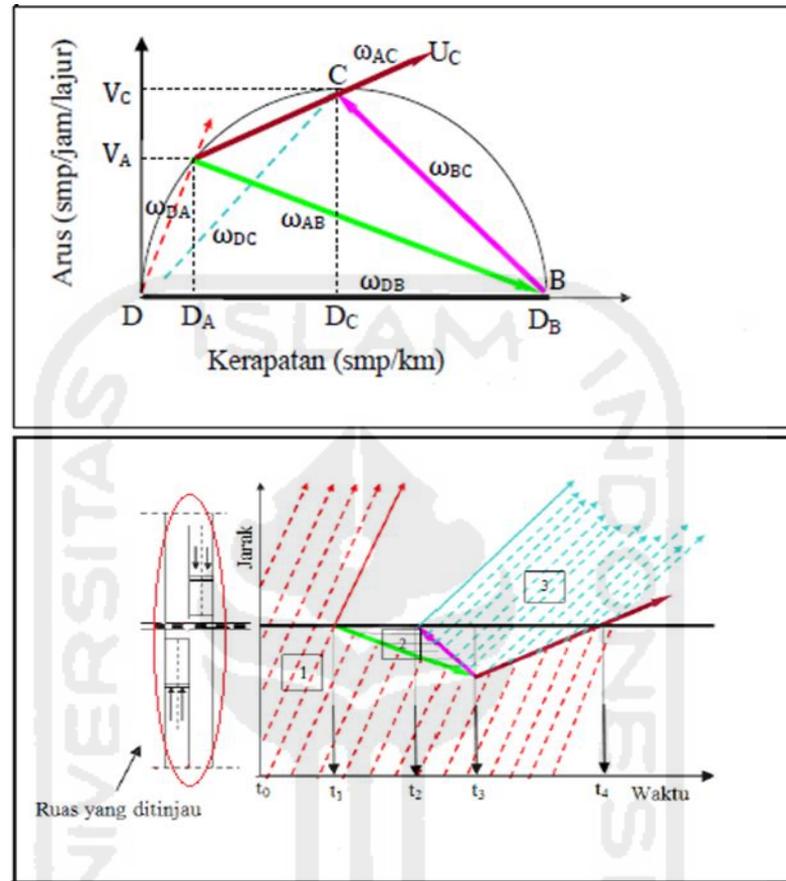
$q_{maks}$  = Kapasitas arus maksimum (kend/jam),

$q$  = Kapasitas atau arus kendaraan (kend/jam),

$k_0$  = Kerapatan kritis (kend/jam), dan

$K$  = Kerapatan (kend/km).

Gelombang Kejut dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut ini.



Gambar 3.8. Gelombang Kejut Pada Perlintasan Sebidang Jalan dengan Jalan Rel  
(Sumber: Mcshane dkk, 1998)

1. Arus lalu lintas dengan kondisi D,C,B dan A menerus terjadi sampai dengan  $u_{AB}$  dan  $u_{CB}$  mencapai t<sub>3</sub> Selang waktu antara t<sub>2</sub> sampai t<sub>3</sub> dapat dihitung dengan persamaan 3.21 sebagai berikut ini.

$$t_3 - t_2 = t \times \left| \frac{u_{AB}}{u_{CB} - u_{AB}} \right| \quad (3.21)$$

Dengan t adalah lamanya waktu pintu perlintasan ditutup, maka panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu t<sub>3</sub>, menghasilkan persamaan 3.22 sebagai berikut ini.

$$Q_M = \frac{t}{3600} \times \left| \frac{u_{CB} \cdot u_{AB}}{u_{CB} - u_{AB}} \right| \quad (3.22)$$

2. Selanjutnya untuk waktu penormalan yaitu selang waktu  $t_2$  sampai  $t_4$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.23 sebagai berikut ini.

$$t_4 - t_2 = \frac{t \times u_{AB}}{(u_{CB} - u_{AB})} \left| \frac{u_{CB}}{u_{AC}} + 1 \right| \quad (3.23)$$

3. Jumlah kendaraan yang mengalami antrian dihitung menggunakan persamaan 3.24 sebagai berikut ini.

$$N = (t + t_{3-2}) \cdot q_A \quad (3.24)$$

4. Untuk tundaan yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan 3.25 sebagai berikut ini.

$$T = t + t_a \quad (3.25)$$

### 3.6 KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan komoditas yang memegang peranan sangat penting dalam semua aktivitas ekonomi khususnya sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Seiring dengan perkembangan teknologi pada dunia otomotif, terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor tiap tahunnya. Di Indonesia bahan bakar minyak yang sering digunakan untuk kendaraan adalah Premium, Solar, Biosolar, Pertamina, dan Pertalite yang diproduksi oleh PT. Pertamina.

Terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk membentuk model konsumsi bahan bakar di Indonesia, antara lain: PCI (1979), HDM-World Bank (1987), RUCM-Bina Marga dan Hoff & Overgaard (1992), LAPI-ITB (1996). Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB mengajukan formulasi konsumsi bahan bakar menggunakan persamaan 3.27 sebagai berikut ini.

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \text{basic fuel} (1 \pm (kk + kl + kr)) \quad (3.27)$$

Keterangan:

bf = konsumsi bahan bakar dasar dalam (liter/ 1000 km),

kk = koreksi akibat kelandaian,

kl = koreksi akibat kondisi lalu lintas, dan

kr = koreksi akibat kekerasan jalan (*roughness*).

“*Basic fuel*” (bf) untuk setiap golongan kendaraan menggunakan persamaan 3.28 sampai 3.30 sebagai berikut ini.

$$\text{bf Kendaraan Gol. I} = 0,0284 V^2 - 3,0664 V - 141,68 \quad (3.28)$$

$$\text{bf Kendaraan Gol. IIA} = 2,26533 \times \text{Basic fuel Gol. I} \quad (3.29)$$

$$\text{bf Kendaraan Gol. IIB} = 2.90808 \times \text{Basic fuel Gol 1} \quad (3.30)$$

Keterangan:

V = kecepatan kendaraan (km/jam),

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

Kend Gol IIA = truk besar dan bus besar (2 gandar), dan

Kend Gol IIB = truk besar dan bus besar (3 gandar atau lebih).

LAPI-ITB juga telah memformulasikan konsumsi bahan bakar yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp), sehingga konsumsi bahan bakar dapat diestimasikan dengan persamaan 3.31 sebagai berikut ini.

$$F_1 = A + BV + CV^2$$

$$F_2 = EV^2$$

$$F_3 = D$$

(3.31)

Keterangan:

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

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

$F_3$  = konsumsi BBM pada saat *idle* (liter/ smp-jam), dan

$V$  = kecepatan kendaraan (km/jam).

Dengan keterangan:

$$A = 170.10^{-1}$$

$$B = -455.10^{-3}$$

$$C = 490.10^{-5}$$

$$D = 140.10^{-2}$$

$$E = 770.10^{-8}$$

Konsumsi bahan bakar pada perlintasan kereta api di perlintasan jalan Timoho Yogyakarta. menggunakan persamaan  $F_3$  = konsumsi BBM pada saat *idle* (diam) berdasarkan lama tundaan pada perlintasan kereta api.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 JENIS PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan dan mengungkapkan suatu masalah, keadaan, peristiwa sebagaimana adanya atau mengungkap fakta secara lebih mendalam mengenai konsumsi bahan bakar minyak perlintasan sebidang di Jalan Timoho Kota Yogyakarta.

#### **4.2 CARA PENGUMPULAN DATA**

##### **4.2.1 Subjek dan Objek Penelitian**

Subjek penelitian adalah sesuatu yang diteliti baik orang, benda, ataupun lembaga/organisasi (Sudjana, 1988). Subjek penelitian pada dasarnya adalah yang akan dikenai kesimpulan hasil penelitian, di dalam subjek penelitian inilah terdapat objek penelitian.

Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah kendaraan bermotor yang melewati perlintasan kereta api di Jalan Timoho Kota Yogyakarta saat penutupan perlintasan berlangsung.

Objek penelitian adalah sifat keadaan dari suatu benda, atau yang menjadi pusat perhatian dan sasaran penelitian. Sifat keadaan dimaksud bisa berupa sifat kuantitas, dan kualitas yang bisa berupa perilaku, kegiatan, pendapat, pandangan penelitian, sikap pro-kontra, simpati-antipati, keadaan batin, dan bisa juga berupa proses (Sudjana, 1988)

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah Volume lalu lintas dan waktu tempuh kendaraan dengan interval waktu 15 menit, panjang antrian yang terjadi saat penutupan, serta durasi penutupan, dan data arus lalu lintas selama periode jam puncak saat kereta akan melintas.

#### 4.2.2 Jenis Kendaraan yang Diamati

Jenis kendaraan yang diamati dan diambil sebagai bahan penelitian dibagi menjadi beberapa jenis kendaraan, sebagai berikut ini.

1. Kendaraan ringan (*Light Vehicle/LV*) adalah semua jenis kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m meliputi mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil.
2. Kendaraan berat (*Heavy Vehicle/HV*) adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda meliputi: bis, truk 2 as, truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
3. Sepeda motor (*Motor Circle/MC*) adalah kendaraan bermotor dengan dua roda atau tiga roda meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai klasifikasi Bina Marga.

#### 4.2.3 Alat yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan alat bantu dalam pelaksanaan survei dan pengolahan data, sebagai berikut ini.

1. formulir survei panjang antrian, lama periode palang, kecepatan kendaraan, dan volume kendaraan,
2. *stop watch*, untuk menghitung periode penutupan palang kereta api,
3. *counter*, untuk menghitung jumlah antrian kendaraan,
4. beton, untuk mengetahui jarak panjang antrian,
5. *walking messer*, untuk mengukur jalan,
6. *Bushnell Speed Radar Gun*, untuk menghitung kecepatan, dan
7. program *Microsoft Excel dan Microsoft Word*, untuk mengolah data hasil survei.

#### 4.2.4 Survei Pengumpulan Data Perlintasan

1. Survei Lama Periode Penutupan Palang Perlintasan. Survei ini dilakukan untuk mencari variasi waktu pintu lintasan kereta api tiap periode.

Pengamat melakukan pencatatan didekat pintu perlintasan kereta api. Survei periode palang terdiri dari berikut ini.

- a. periode I pada saat bel berbunyi sampai palang pintu mulai turun.
- b. periode II pada saat palang pintu mulai turun sampai palang pintu turun penuh.
- c. periode III pada saat palang pintu turun penuh sampai kepala gerbong datang.
- d. periode IV pada saat kepala gerbong kereta datang sampai gerbong kereta berakhir.
- e. periode V pada saat gerbong kereta berakhir dan pintu palang mulai terbuka.
- f. periode VI pada saat pintu palang mulai terbuka sampai pintu palang terbuka penuh.
- g. periode VII pada saat pintu palang terbuka penuh sampai kendaraan melewati perlintasan.

Pelaksanaan survei secara rinci di lapangan dapat dijelaskan sebagai berikut ini.

- a. pengamat mengambil posisi sehingga pengamatannya ke palang pintu tidak terhalang benda pada saat pencatatan periode pintu lintasan kereta api.
- b. *stop watch* dinyalakan saat terdengar alarm dimulainya periode pertama palang pintu.
- c. pencatatan waktu dilakukan tiap periode palang pintu kereta api.
- d. operator pintu perlintasan akan mengoperasikan palang pintu kembali beberapa detik setelah rangkaian kereta api berakhir melintas. Saat palang pintu mulai bergerak ke atas hingga posisinya vertikal atau terbuka penuh, maka *stop watch* dimatikan. Didapatkan lama periode pintu lintasan untuk satu kali lintas kereta api.
- e. langkah kerja diulangi untuk setiap lintas kereta api untuk mendapatkan data lama periode pintu lintasan kereta api selama periode pengamatan.

2. Survei Panjang Antrian. Survei ini dimaksudkan untuk mendapatkan beberapa panjang antrian yang terjadi pada tiap periode waktu pintu lintasan saat jam puncak. Panjang antrian akan bervariasi menurut lama periode. Pelaksanaan pengambilan data secara rinci di lapangan adalah sebagai berikut ini.
  - a. pengamat diposisikan sedemikian pada jarak tertentu sehingga memudahkan pengamatan dan pencatatan kendaraan yang membentuk antrian.
  - b. sesaat setelah tanda atau alarm berbunyi palang pintu akan diturunkan dari posisi *stand by*, Dari sini pengamat sudah mencatat panjang antrian jika memang sudah terjadi antrian.
  - c. pencatatan juga dibedakan menurut periode palang pintu kereta api.
  - d. panjang antrian yang terjadi dicatat dengan melihat beberapa jumlah blok beton trotoar yang sesuai dengan panjang antrian tersebut.
  - e. lakukan pencacahan komposisi kendaraan yang membentuk antrian dengan memisahkan sesuai dengan jenis kendaraan yang telah ditentukan untuk diamati pada tiap periode pengamatan.
  - f. langkah pengamatan diulangi kembali untuk tiap waktu periode pintu lintasan kereta api selama periode pengamatan.
3. Survei Kecepatan Lalu Lintas ini dimaksudkan mendapatkan kecepatan *shocwave*. survei dilakukan serentak pada tiap arah yang berlawanan. Beberapa hal yang harus di perhatikan dalam survei kecepatan lalu lintas adalah sebagai berikut ini.
  - a. menentukan Posisi Pengamatan.
  - b. menandai target Penembakan.
  - c. menghitung kecepatan kendaraan dengan menggunakan alat *Bushnell Speed Radar Gun*.
  - d. mengamati setiap tipe kendaraan dalam 1 periode pengamatan.
  - e. survei kecepatan ini dilakukan bersamaan dengan survei volume, dilakukan pengamatan kecepatan dalam kondisi arus lalu lintas normal (pintu perlintasan terbuka).

4. Survei Volume Lalu lintas ini dimaksudkan mendapatkan volume kendaraan untuk menentukan kapasitas jalan, mengestimasi tingkat pelayanan, dan studi keefektifan rambu/marka lalu lintas. Beberapa hal yang harus di perhatikan survei volume lalu lintas adalah sebagai berikut:
  - a. Memberi tanda di Trotoar atau bahu jalan yang akan menjadi titik awal dan titik akhir selama survei.
  - b. Menghitung volume kendaraan secara manual menggunakan alat *Handy Couter* dan meteran/tali ukur.

#### **4.2.5 Lokasi Pengumpulan Data**

Dasar yang digunakan untuk menentukan lokasi penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Lintasan banyak dilalui oleh seluruh kereta api yang datang dan pergi dari wilayah DAOP VI.
2. Jenis kendaraan yang beragam, terdiri dari sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat.

#### **4.2.6 Jenis dan Sumber Data**

Jenis data penelitian bersangkutan dengan sumber data penelitian dan metode sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah.

1. Data Primer.

Data primer atau data penyusun diperoleh dari pengamatan secara langsung pada objek penelitian di lokasi perlintasan Jalan Timoho. Data primer yang diperlukan penelitian ini meliputi sebagai berikut.

- a. data jumlah kereta api.
- b. data durasi penutupan.
- c. data panjang antrian.
- d. kecepatan Lalu lintas.
- e. volume Lalu Lintas.

## 2. Data Sekunder

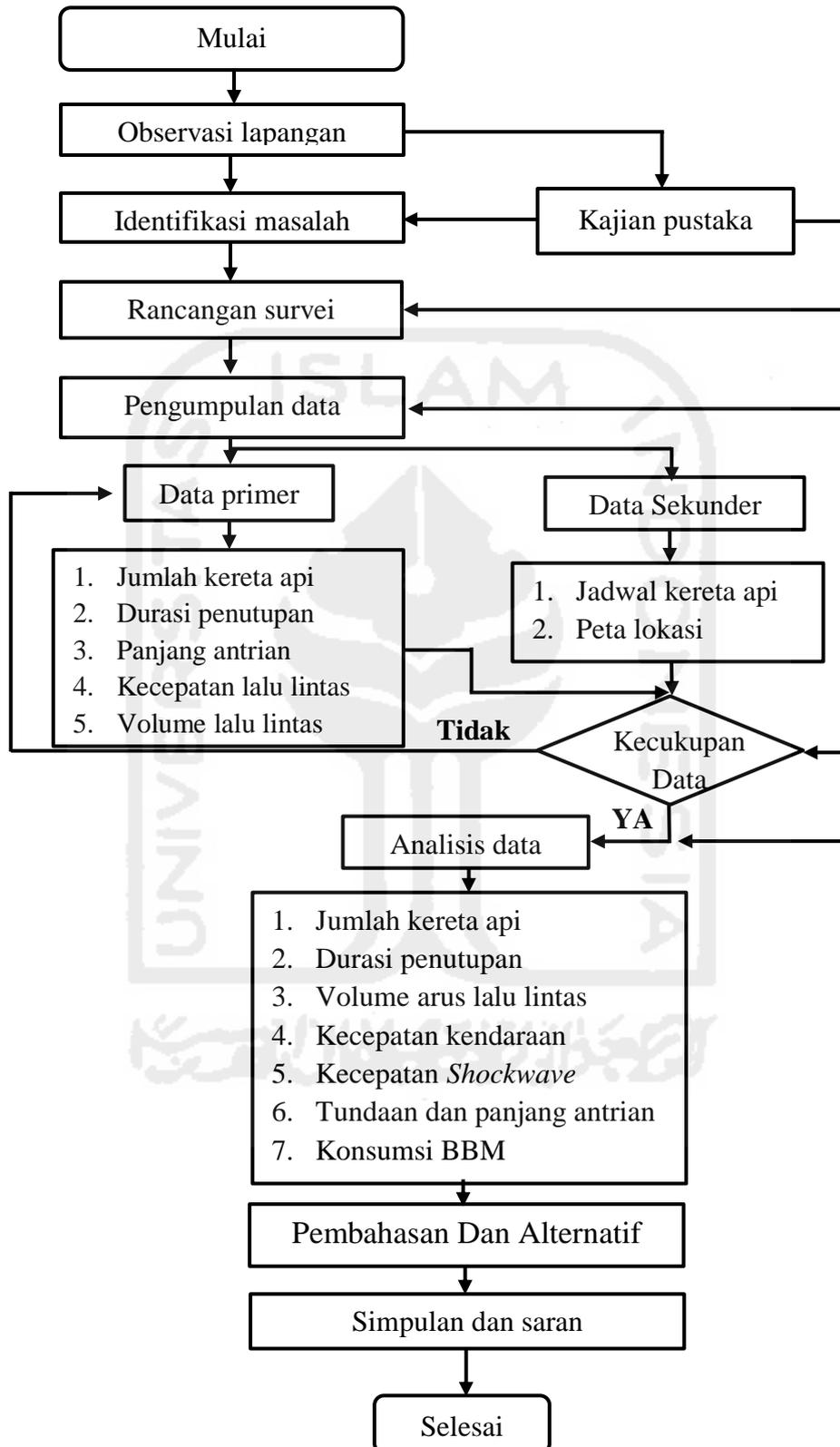
Data sekunder diperoleh berasal dari pihak PT. KAI (Kereta Api Indonesia) DAOP VI. Adapun data sekunder yang diperlukan adalah jadwal kereta api yang melewati perlintasan Jalan Timoho dan Peta Lokasi.

### **4.2.7 Jadwal dan Pelaksanaan Pengumpulan Data**

Waktu penelitian dilaksanakan pada jam puncak selama 2 (dua) hari yaitu hari Selasa dan Sabtu. dilakukan dengan periode 2 (dua) jam per hari yaitu Pukul 18.00 – 20.00 WIB. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa pada hari dan jam yang disebutkan di atas merupakan hari puncak kesibukan dan hari libur di wilayah tersebut.

### **4.3 BAGAN ALIR PENELITIAN**

Adapun bagan alir terhadap metode penelitian tentang “Dampak Tundaan Pada Pengoperasian Palang Pintu Perlintasan Kereta Api di Jalan Timoho Yogyakarta Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak” dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Bagan alir penelitian

## **BAB V**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 DATA HASIL PENELITIAN**

Untuk memperoleh data yang akurat dan cukup memadai, maka pengambilan data primer untuk pintu perlintasan dilakukan pada lokasi pintu perlintasan kereta api yang dipilih sesuai kriteria yang ditetapkan, termasuk kondisi arus lalu lintasnya yang ramai dan padat. Survei dilakukan pada pintu perlintasan Jalan Timoho pada hari Selasa tanggal 3 Mei 2016, dan Sabtu 7 Mei 2016. Waktu pengamatan dilakukan pada waktu puncak pukul 18.00-20.00 WIB. Pengambilan waktu data di lapangan mempertimbangkan banyaknya kereta melintas seperti terlihat pada Tabel 5.1 dan kepadatan lalu lintas. Data yang diambil adalah pada saat penutupan yaitu jumlah kereta yang melintas, data durasi penutupan pintu perlintasan, data panjang antrian kendaraan data volume Kendaraan, dan pada saat pintu perlintasan terbuka yaitu data kecepatan kendaraan, data volume kendaraan.

Guna kelengkapan data primer dikumpulkan pula data sekunder mengenai jadwal keberangkatan dan kedatangan kereta api serta nama kereta api yang melintasi perlintasan di Jalan Timoho Yogyakarta.

Tabel 5.1. Jadwal kedatangan Kereta Api

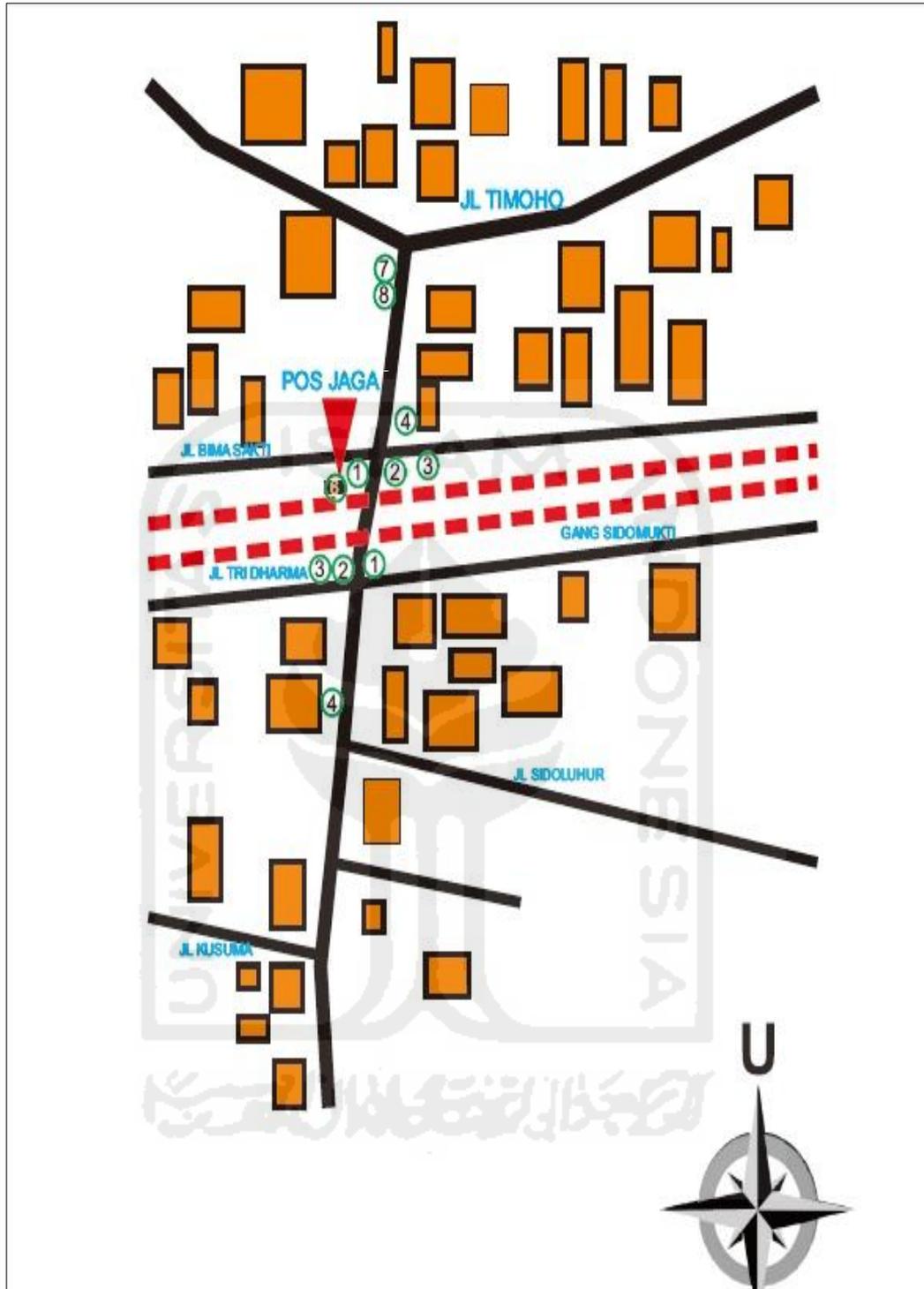
NO	NAMA KA	JAM LEWAT	NO	NAMA KA	JAM LEWAT	NO	NAMA KA	JAM LEWAT
1	SENJA UTAMA SLO	06.09,5	31	PASUNDAN	13.42,5	61	BENGAWAN	19.57
2	SEMEN	6.31	32	SEMEN	13.49	62	GAJAYANA	20.13,5
3	PRAMEKS	06.19,5	33	JOGLO KERTO	13.55	63	PRAMEKS	20.23
4	SANCAKA PAGI	06.49,5	34	PRAMEKS	14	64	ARGO DWIPANGGA	20.47,5
5	JOGLO KERTO	7.06	35	PRAMEKS	14.03	65	MALIOBORO EKSPRES I	20.5
6	SRI TANJUNG	7.16	36	SEMEN	14.24,5	66	SRIWEDARI	21.01
7	PRAMEKS	07.29,5	37	PASUNDAN	14.28,5	67	JOKO TINGKIR	21.1
8	MALIOBORO EKSPRES II	07.49,5	38	LOGAWA	14.38,5	68	TURANGGA	21.17,5
9	LODAYA PAGI	07.56,5	39	PRAMEKS	14.45	69	BIMA	21.40,5
10	PARSEL	08.09,5	40	SRIWEDARI	15.04,5	70	KRAKATAU	22.07,5
11	SRIWEDARI	08.20,5	41	BENGAWAN	15.17,5	71	ARGO DWIPANGGA FAKULTATI	22.18
12	ARGO LAWU	08.47,5	42	LODAYA PAGI	15.24,5	72	SANCAKA SORE	22.27
13	LOGAWA	08.56,5	43	MALIOBORO EKSPRES I	15.34,5	73	SEMEN	22.48,5
14	SRIWEDARI	09.17,5	44	ARGO DWIPANGGA	15.46,5	74	MALABAR	23.2
15	MADIUN JAYA	09.32,5	45	MADIUN JAYA	16.05,5	75	PARSEL	23.55,5
16	ARGO LAWU FAKULTATIF	10.01,5	46	ARGO WILIS	16.06,5	76	MUTIARA SELATAN	00.10,5
17	PRAMEKS	10.06,5	47	SANCAKA SORE	16.34	77	MUTIARA SELATAN	0.52
18	PRAMEKS	10.28,5	48	MADIUN JAYA	16.44	78	BIMA	1.09
19	SIDOMUKTI	10.53,5	49	GAYA BARU MALAM	16.56,5	79	MALABAR	01.39,5
20	ARGO WILIS	11.10,5	50	PRAMEKS	17.13,5	80	GAJAYANA	2.04
21	PRAMEKS	11.12,5	51	ARGO DWIPANGGA FAKULTATIF	17.19,5	81	SEMEN	1.23
22	BBM	11.27	52	PRAMEKS	18.04,5	82	SEMEN	02.46,5
23	SRIWEDARI	11.47,5	53	SRIWEDARI	18.12	83	LODAYA MALAM	3.08
24	SIDOMUKTI	11.55	54	SENJA UTAMA SOLO	18.21,5	84	TURANGGA	03.36,5
25	SEMEN	12.06,5	55	SEMEN	18.59	85	ARGO LAWU	03.56,5
26	SRIWEDARI	12.23,5	56	KAHURIPAN	18.46,5	86	BBM	03.34,5
27	KRAKATAU	12.25,5	57	JOKO TINGKIR	19.01	87	MALIOBORO EKSPRES II	3.5
28	SANCAKA PAGI	12.5	58	SRITANJUNG	19.26,5	88	KAHURIPAN	04.31,5
29	MADIUN JAYA	13.09	59	GAYA BARU MALAM	19.34	89	ARGO LAWU FAKULTATI	05.12,5
30	PRAMEKS	13.15,5	60	LODAYA MALAM	19.56,5	90	SRIWEDARI	5.39

Sumber : PT. KAI DAOV VI (2016)

## 5.2 INVENTARISASI FASILITAS PERLINTASAN

Jalan Timoho Yogyakarta merupakan jalan dengan kondisi yang baik dilihat dari sisi geometri, rambu, marka dan kelengkapan prasarana jalannya. Jalan ini memiliki kelas jalan 2/2UD (2 jalur 2 arah tanpa median dengan ukuran setiap lajunya sebesar 3 m sehingga lebar jalan 3 m dikali 2 sebesar 6 m, yang merupakan 2 jalur Tanpa median pada pendekat perlintasan.





Gambar 5.1. Geometri Perlintasan dan Simpang Jalan Timoho Yogyakarta.

Tabel 5.2. Keterangan Gambar 5.1. Geometri Perlintasan dan Simpang Jalan Timoho Yogyakarta.

No	Gambar	Keterangan
1.		rambu larangan berjalan terus, wajib berhenti sesaat dan meneruskan perjalanan setelah mendapat kepastian dari lalu lintas arah lainnya.
2		rambu larangan berjalan terus pada persilangan sebidang lintasan kereta api jalur tunggal, wajib berhenti sesaat untuk mendapatkan kepastian aman.
3		rambu peringatan berupa kata-kata.
4		rambu larangan berupa kata-kata.
5		pita penggaduh untuk pengemudi lebih meningkatkan kewaspadaan.
6		pos penjagaan pintu perlintasan kereta api
7		rambu peringatan
8		rambu larangan berjalan terus pada persilangan sebidang lintasan kereta api jalur ganda, wajib berhenti sesaat untuk mendapatkan kepastian aman

Sumber : Perdirjen Perhubungan Darat No.SK.770/KA.401/DRJD/2005.

Fasilitas keselamatan yang dimiliki oleh perlintasan di Jalan Timoho berupa rambu dan marka, penjelasan dari rambu dan marka adalah sebagai berikut ini.

1. rambu peringatan
  - a. rambu peringatan persilangan datar yang dilengkapi dengan pintu perlintasan, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.a,
  - b. rambu peringatan berupa kata-kata yang menyatakan agar berhati-hati mendekati perlintasan kereta api, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.b,
2. rambu larangan
  - a. rambu larangan wajib berhenti sesaat dan meneruskan perjalanan setelah mendapat kepastian aman dari lalu lintas arah lainnya, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.c,
  - b. rambu larangan berjalan terus pada persilangan sebidang dengan kereta api jalur tunggal yang mewajibkan kendaraan berhenti sesaat untuk mendapatkan kepastian aman sebelum melintasi rel, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.d,
  - c. rambu larangan berjalan terus pada persilangan sebidang dengan kereta api jalur ganda yang mewajibkan kendaraan berhenti sesaat untuk mendapatkan kepastian aman sebelum melintasi rel, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.e,
  - d. rambu larangan berupa kata-kata yang menyatakan agar pengemudi berhenti sebentar untuk memastikan tidak ada kereta api yang melintas, rambu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 1.f,
3. perlengkapan jalan wajib.
  - a. pita penggaduh (*rumble strip*) sebelum memasuki persilangan sebidang, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 2.a,
  - b. median minimal 6 m,
4. isyarat kereta melintas.
  - a. isyarat dua lampu berwarna merah yang menyala bergantian, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 3.a,

5. pos penjagaan palang pintu perlintasan kereta api, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. No 4.a.

Foto-foto fasilitas keselamatan jalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2. berikut ini.





Gambar 5.2. Foto-Foto Fasilitas di Perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta.



Gambar 5.3. Foto Fasilitas Keselamatan di Perlintasan Kereta Api dari Arah Selatan - Utara.

Gambar 5.3. menjelaskan kondisi rambu dan marka jalan pada perlintasan kereta api Jalan Timoho arah Selatan ke Utara. Berikut dijelaskan fasilitas keselamatan yang dimiliki dengan kesuaian yang telah ditetapkan.

Tabel 5.3. Kesesuaian Fasilitas Keselamatan Jalan Arah Selatan-Utara

No	Fasilitas Keselamatan	Sesuai atau Tidak Sesuai	Seharusnya (Peraturan)
1	Rambu larangan berupa tanda STOP ada Satu buah berjarak 2,5 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Satu Rambu larangan tanda STOP yang berjarak 2,5 m dari pintu perlintasan.
2	Rambu Larangan Berupa kata -kata ada satu yang berjarak 32,5 dari pintu perlintasan	Sesuai	Cukup satu rambu larangan berupa kata-kata yang berjarak 32.5 m dari pintu perlintasan
3	Rambu larangan berjalan terus perlintasan jalur ganda 4.5 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Rambu larangan berjalan terus perlintasan jalur ganda 4.5 m dari pintu perlintasan
4	Rambu peringatan berupa kata-kata berjarak 22.3 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Rambu peringatan berupa kata-kata berjarak 22.3 m dari pintu perlintasan
5	Rambu peringatan	Sesuai	Rambu peringatan
6	Pita penggaduh dengan jarak 25m dari pintu perlintasan	Sesuai	Pita penggaduh dengan jarak min 100 m mendekati pintu perlintasan

Sumber: Perdirjen Perhubungan Darat No.SK.770/KA.401/DRJD/2005.



Gambar 5.4. Foto Fasilitas Keselamatan di Perlintasan Kereta Api dari Arah Utara-Selatan.

Gambar 5.4. Menjelaskan kondisi rambu dan marka jalan pada perlintasan Jalan Timoho arah Utara ke Selatan. Kondisi dari rambu cukup berbeda dengan arah Selatan ke Utara, Berikut dijelaskan fasilitas keselamatan yang dimiliki dengan kesesuaian yang telah ditetapkan.

Tabel 5.4. Kesesuaian Fasilitas Keselamatan Jalan Arah Utara-Selatan.

No	Fasilitas Keselamatan	Sesuai atau Tidak Sesuai	Seharusnya (Peraturan)
1	Rambu larangan berupa tanda STOP ada Satu buah berjarak 2,5 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Satu Rambu larangan tanda STOP yang berjarak 2,5 m dari pintu perlintasan.
2	Rambu Larangan Berupa kata -kata ada satu yang berjarak 32,5 dari pintu perlintasan	Sesuai	Cukup satu rambu larangan berupa kata-kata yang berjarak 32.5 m dari pintu perlintasan
3	Rambu larangan berjalan terus perlintasan jalur ganda 4.5 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Rambu larangan berjalan terus perlintasan jalur ganda 4.5 m dari pintu perlintasan
4	Rambu peringatan berupa kata-kata berjarak 22.3 m dari pintu perlintasan	Sesuai	Rambu peringatan berupa kata-kata berjarak 22.3 m dari pintu perlintasan
5	Rambu peringatan	Sesuai	Rambu peringatan
6	Pita penggaduh dengan jarak 25m dari pintu perlintasan	Sesuai	Pita penggaduh dengan jarak min 100 m mendekati pintu perlintasan

Sumber: Perdirjen Perhubungan Darat No.SK.770/KA.401/DRJD/2005.

### 5.3 ANALISIS DATA

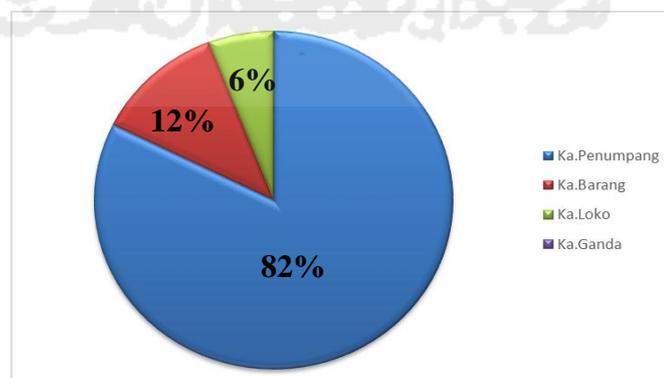
#### 5.3.1 Analisis Jumlah Kereta Api

Kereta api (KA) yang melintasi perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta dibagi atas empat kategori yaitu kereta api penumpang, kereta api barang, loko (kepala penarik rangkaian gerbong kereta api) dan kereta api ganda (kereta yang melintas bersamaan dalam satu kali penutupan perlintasan baik antara kereta penumpang dengan kereta barang, kereta penumpang dengan loko, atau kereta barang dengan loko). Dari data sekunder diketahui jumlah kereta yang seharusnya lewat untuk KA Penumpang sebanyak 8 KA, KA Barang sebanyak 1 KA, dan KA Loko sebanyak 1 KA.

Hasil dari pengamatan langsung di lapangan diperoleh data untuk jenis kereta api yang melintas setiap harinya yang dapat dilihat pada Tabel 5.5. dan persentasenya dapat dilihat pada Gambar 5.5.

Tabel 5.5. Jumlah Kereta Api yang Melintas

	Hari 1	Hari 2	Jumlah	Rata - rata
KA. Penumpang	7	7	14	7
KA. Barang	1	1	2	1
KA. Loko	1	0	1	0,5
KA. Ganda	0	0	0	0
Jumlah	9	8	17	8,5



Gambar 5.5. Diagram Lingkaran Persentase Jumlah Kereta Api.

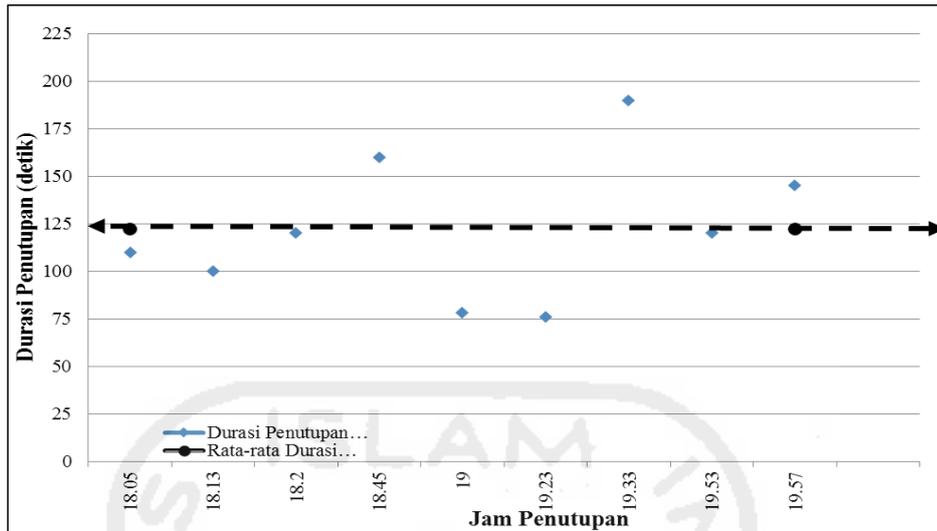
Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa jenis kereta api terbanyak adalah KA penumpang sebanyak 7 kali atau 82% melintas di perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta dibandingkan dengan kereta barang sebanyak 2 kali atau 12%, kereta loko sebanyak 1 kali atau 6 %, dan kereta api ganda sebanyak 0 kali atau 0%.

### 5.3.2 Analisis Durasi Penutupan

Survei durasi penutupan pintu perlintasan kereta api dilakukan untuk mencari variasi dari durasi penutupan pintu perlintasan kereta api yang diakibatkan melintasnya kereta api. Data durasi penutupan pintu perlintasan kereta api tersebut ditampilkan pada Tabel 5.6 sampai 5.9 dan Gambar 5.6 sampai 5.9 sebagai berikut ini.

Tabel 5.6. Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 Arah Utara ke Selatan

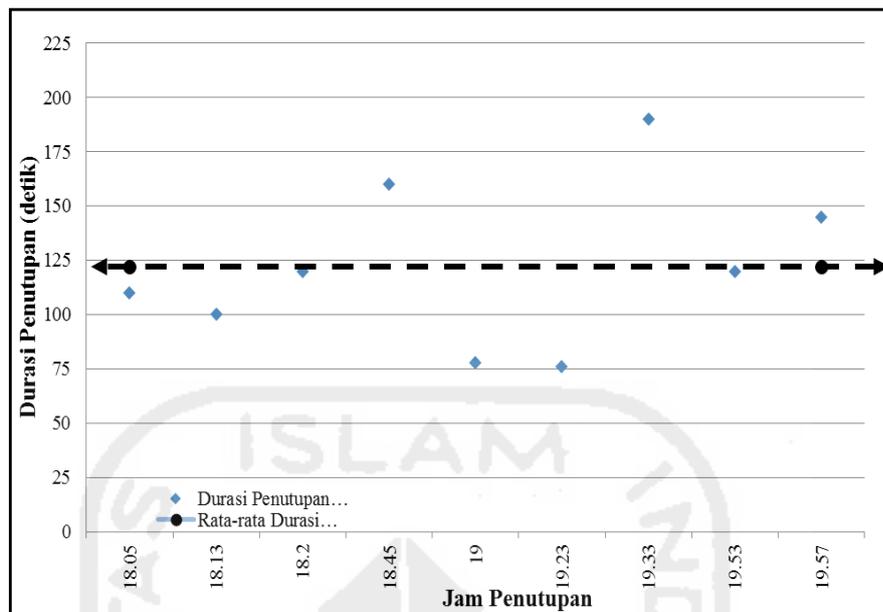
No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)
1	18.05	110	6	19.23	76
2	18.13	100	7	19.33	190
3	18.20	120	8	19.53	120
4	18.45	160	9	19.57	145
5	19.00	78	Tercepat	19.23	76
			Terlama	19.33	190
			Rata-rata		122



Gambar 5.6. Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 Arah Utara ke Selatan

Tabel 5.7. Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 Arah Selatan ke Utara

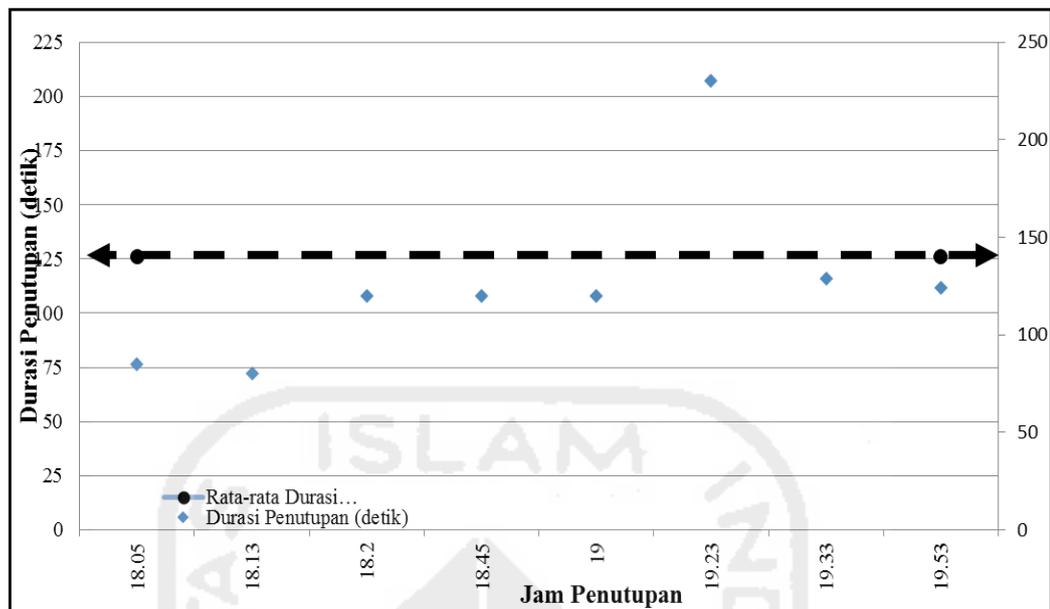
No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)
1	18.05	110	6	19.23	76
2	18.13	100	7	19.33	190
3	18.20	120	8	19.53	120
4	18.45	160	9	19.57	145
5	19.00	78	Tercepat	19.23	76
			Terlama	19.33	190
			Rata-rata		122



Gambar 5.7. Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

Tabel 5.8. Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

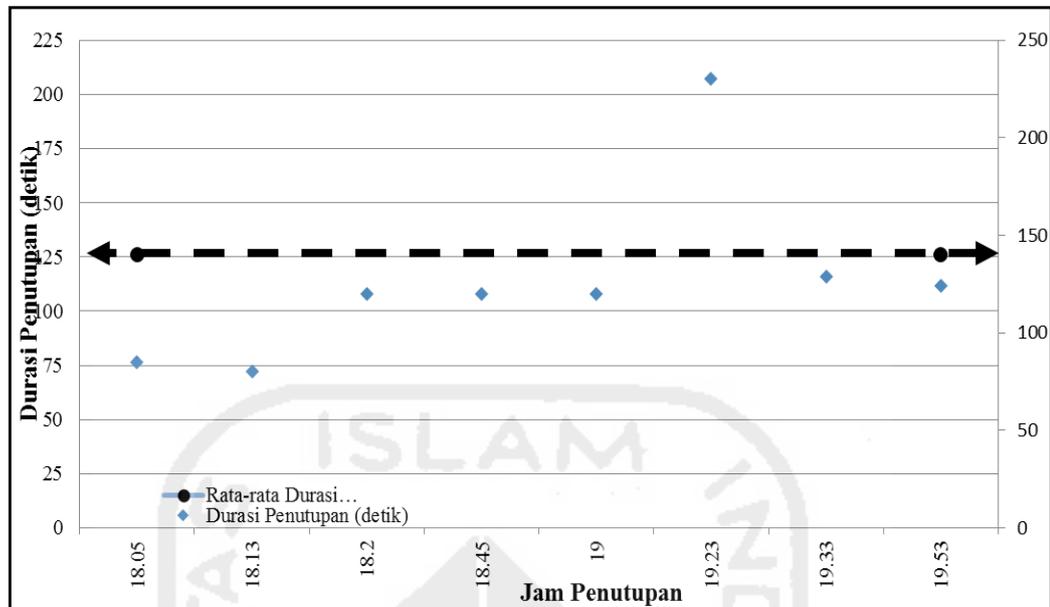
No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)
1	18.06	85	6	19.33	230
2	18.14	80	7	19.53	129
3	18.17	120	8	19.57	124
4	18.48	120	Tercepat	18.14	80
5	19.01	120	Terlama	19.33	230
Rata-rata					126



Gambar 5.8. Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

Tabel 5.9. Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)
1	18.06	85	6	19.33	230
2	18.14	80	7	19.53	129
3	18.17	120	8	19.57	124
4	18.48	120	Tercepat	18.14	80
5	19.01	120	Terlama	19.33	230
Rata-rata					126



Gambar 5.9. Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

Tabel 5.10. Rekapitulasi Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api

	Utara –Selatan		Selatan-Utara	
	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2
Waktu (WIB)	19.23	18.14	19.23	18.14
Tercepat (detik)	76	80	76	80
Waktu (WIB)	19.33	19.33	19.33	19.33
Terlama (detik)	190	230	190	230
Rata-rata(detik)	122	126	122	126

Dari Tabel 5.10. di atas dapat dilihat bahwa durasi penutupan pintu perlintasan kereta api di Jalan Timoho Yogyakarta hari ke 1 yang terlama terjadi pada jam 19.33 WIB dengan waktu penutupan selama 190 detik dari arah Selatan ke Utara dan yang tercepat terjadi pada jam 19.23 WIB dengan waktu penutupan selama 76 detik dari arah Utara ke Selatan. Durasi penutupan pintu perlintasan kereta api di Jalan Timoho Yogyakarta hari ke 2 yang terlama terjadi pada pada jam 19.33 WIB dengan waktu penutupan selama 230 detik dari arah Selatan ke Utara dan yang tercepat terjadi pada jam 18.14 WIB dengan waktu penutupan selama 80 detik dari Utara ke Selatan.

### 5.3.3 Analisis Volume Arus Lalu Lintas

Survei volume arus lalu lintas dilakukan pada hari-hari sibuk dan dilakukan pada jam puncak malam. Data untuk jam puncak malam diambil pada pukul 18.00-20.00 WIB dengan interval waktu 15 menit selama 8 periode pengambilan data. Data tersebut diambil pada lalu lintas normal (tanpa hambatan tundaan akibat penutupan pintu perlintasan).

Volume lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam yang kemudian dikalikan dengan nilai emp masing-masing jenis kendaraan (HV, LV dan MC) dan kemudian dikalikan 4 sehingga arus tersebut mendapatkan arus dalam smp/jam. Setelah didapatkan arus lalu lintas dalam kend/jam, dan nilai emp untuk jalan Timoho.

Tabel 5.11. Penentuan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) pendekatan arah Utara dan Selatan.

Tipe Jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalan lalu-lintas Wc(m)	
			≤6	>6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥1800	1,2	0,35	0,25
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥3700	1,2	0,25	

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

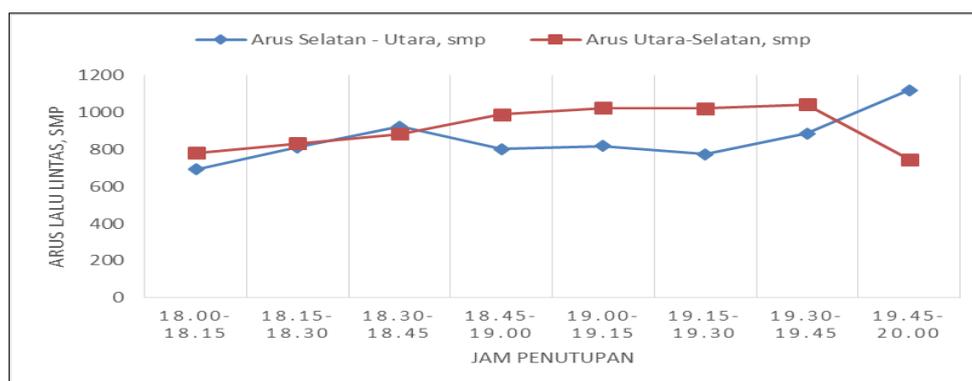
Setelah didapat nilai emp, maka emp tersebut dikalikan dengan hasil survei volume simpang dari kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Data volume arus lalu lintas yang melewati perlintasan kereta api tersebut ditampilkan pada Tabel 5.12. sampai 5.15. dan Gambar 5.10 sampai 5.11 sebagai berikut ini.

Tabel 5.12. Data Volume Arus Lalu Lintas Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)

Utara ke Selatan					EMP			TOTAL	
No	Waktu	LV	HV	MC	LV	HV	MC	Smp/ 15 Menit	q Smp/Jam
					1	1,3	0,5		
1	18.00-18.15	70	0	250	70	0,0	125	195,0	780
2	18.15-18.30	68	0	280	68	0,0	140	208,0	832
3	18.30-18.45	71	0	300	71	0,0	150	221,0	884
4	18.45-19.00	75	1	342	75	1,3	171	247,3	989,2
5	19.00-19.15	74	2	359	74	2,6	179,5	256,1	1024,4
6	19.15-19.30	81	3	341	81	3,9	170,5	255,4	1021,6
7	19.30-19.45	90	4	331	90	5,2	165,5	260,7	1042,8
8	19.45-20.00	75	0	223	75	0,0	111,5	186,5	746

Tabel 5.13. Data Volume Arus Lalu Lintas Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

					EMP			TOTAL	
No	Waktu	LV	HV	MC	LV	HV	MC	Smp/15 Menit	q Smp/Jam
					1	1,3	0,5		
1	18.00-18.15	72	1	200	72	1,3	100	173,3	693,2
2	18.15-18.30	70	2	260	70	2,6	130	202,6	810,4
3	18.30-18.45	71	0	320	71	0,0	160	231,0	924
4	18.45-19.00	73	2	250	73	2,6	125	200,6	802,4
5	19.00-19.15	50	1	307	50	1,3	153,5	204,8	819,2
6	19.15-19.30	55	1	274	55	1,3	137	193,3	773,2
7	19.30-19.45	65	1	310	65	1,3	155	221,3	885,2
8	19.45-20.00	70	0	420	70	0,0	210	280,0	1120



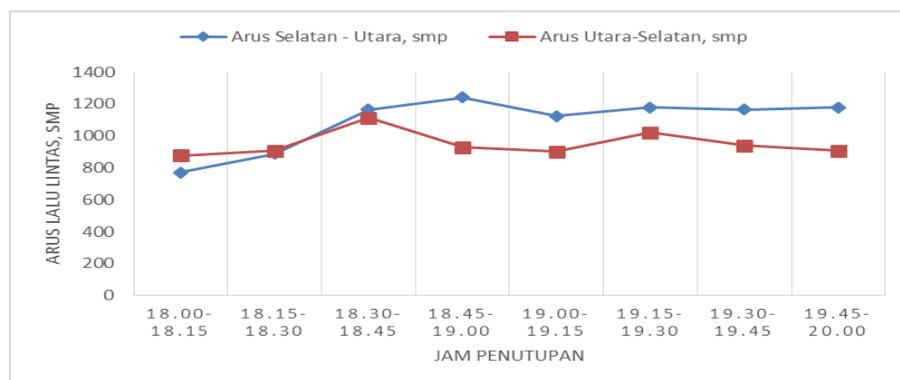
Gambar 5.10. Grafik Volume Lalu Lintas Hari ke 1.

Tabel 5.14. Data Volume Lalu Lintas Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu	LV	HV	MC	EMP			TOTAL	
					LV	HV	MC	Smp/ 15 Menit	q Smp/Jam
					1	1,3	0,5		
1	18.00-18.15	80	1	276	80	1,3	138	219,3	877,2
2	18.15-18.30	70	2	309	70	2,6	154,5	227,1	908,4
3	18.30-18.45	85	1	384	85	1,3	192	278,3	1113,2
4	18.45-19.00	85	2	289	85	2,6	144,5	232,1	928,4
5	19.00-19.15	80	0	291	80	0,0	145,5	225,5	902
6	19.15-19.30	90	0	331	90	0,0	165,5	255,5	1022
7	19.30-19.45	97	0	300	97	0,0	150	247,0	988
8	19.45-20.00	80	2	288	80	2,6	144	226,6	906,4

Tabel 5.15. Data Volume Lalu Lintas Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu	LV	HV	MC	EMP			TOTAL	
					LV	HV	MC	Smp/ 15 Menit	q Smp/Jam
					1	1,3	0,5		
1	18.00-18.15	85	0	215	85	0,0	108	192,5	770
2	18.15-18.30	90	0	264	90	0,0	132	222,0	888
3	18.30-18.45	115	1	350	115	1,3	175	291,3	1165,2
4	18.45-19.00	98	0	425	98	0,0	213	310,5	1242
5	19.00-19.15	95	0	372	95	0,0	186	281,0	1124
6	19.15-19.30	100	0	390	100	0,0	195	295,0	1180
7	19.30-19.45	70	1	440	70	1,3	220	291,3	1165,2
8	19.45-20.00	135	1	317	135	1,3	159	294,8	11792



Gambar 5.11. Grafik Volume Lalu Lintas Hari ke 2.

Tabel 5.16. Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas

Hari	Waktu (WIB)	Utara-selatan		Waktu (WIB)	Selatan-Utara	
		(Kend)	(smp/jam)		(Kend)	(smp/jam)
1	19.30-19.45	425	1042,8	19.45-20.00	490	1120
2	18.30-18.45	470	1113,2	18.45-19.00	523	1242

Dari Tabel 5.16. di atas dapat dilihat bahwa volume lalu lintas yang terbesar pada Jalan Timoho hari ke 1 Arah Utara ke Selatan terjadi pada jam 19.30 - 19.45 WIB sebesar 425 kendaraan atau 1042,8 smp/jam sedangkan Arah Selatan ke Utara terjadi pada jam 19.45 WIB sebesar 490 kendaraan atau 1120 smp/jam. Untuk Volume lalu lintas yang terbesar pada Jalan Timoho hari ke 2 Arah Utara ke Selatan terjadi pada jam 18.30-18.45 WIB sebesar 470 kendaraan atau 1113,2 smp/jam sedangkan Arah Selatan ke Utara terjadi pada jam 18.45-19.00 WIB sebesar 523 kendaraan atau 1242 smp/jam. Berikut ini ditampilkan data rata-rata arus volume lalu lintas selama tiga hari pengamatan.

Tabel 5.17. Rata-Rata Arus Volume Lalu Lintas

Hari	Utara - Selatan		Selatan - Utara	
	(kend)	(smp/jam)	(kend)	(smp/jam)
1	380	915	359	853
2	393	956	446	1089

Dari Tabel 5.17. di atas dapat dilihat bahwa rata-rata arus volume lalu lintas yang terbesar pada Jalan Timoho terjadi pada hari ke 2 Arah Selatan-Utara sebesar 446 kendaraan atau 1089 smp/jam, terendah pada hari ke 1 Arah Selatan-Utara sebesar 359 kendaraan atau 853 smp/jam. Arus volume lalu lintas diantara tertinggi dan terendah terjadi pada hari ke 2 Arah Utara-Selatan sebesar 393 kendaraan atau 956 smp/jam.

### 5.3.4 Analisis Kecepatan Kendaraan

Untuk mendapatkan data kecepatan kendaraan didapat dengan pengambilan data lapangan, dengan menggunakan *Bushnell Speed radar gun*. Pengambilan ini di kelompokkan berdasarkan jenis kendaraan yaitu HV, LV dan MC, yang masing-masing kelas kendaraan di ambil pada pukul 18.00-20.00 WIB dengan interval waktu 15 menit selama 8 periode pengambilan data. Data tersebut diambil pada lalu lintas normal dan data kecepatan dapat dilihat pada lampiran 1.

Data Kecepatan kendaraan yang melewati perlintasan kereta api tersebut ditampilkan pada Tabel 5.18 sampai 5.21 sebagai berikut ini.

Tabel 5.18. Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu	(Us) Kecepatan (km/jam)
1	18.00-18.15	24,89
2	18.15-18.30	22,98
3	18.30-18.45	22,68
4	18.45-19.00	28,04
5	19.00-19.15	20,03
6	19.15-19.30	30,99
7	19.30-19.45	25,96
8	19.45-20.00	22,91

Tabel 5.19. Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu	( Us) Kecepatan (km/jam)
1	18.00-18.15	22,71
2	18.15-18.30	24,39
3	18.30-18.45	22,88
4	18.45-19.00	27,57
5	19.00-19.15	20,90
6	19.15-19.30	30,02
7	19.30-19.45	23,55
8	19.45-20.00	25,02

Tabel 5.20. Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu	(Us) Kecepatan (km/jam)
1	18.00-18.15	21,98
2	18.15-18.30	22,98
3	18.30-18.45	22,98
4	18.45-19.00	28,94
5	19.00-19.15	31,05
6	19.15-19.30	25,93
7	19.30-19.45	23,85
8	19.45-20.00	22,95

Tabel 5.21. Data Kecepatan Kendaraan Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu	(Us) Kecepatan (km/jam)
1	18.00-18.15	22,71
2	18.15-18.30	22,88
3	18.30-18.45	22,98
4	18.45-19.00	25,90
5	19.00-19.15	30,89
6	19.15-19.30	28,01
7	19.30-19.45	23,55
8	19.45-20.00	25,96

### 5.3.5 Analisis Kepadatan / Kerapatan (*Density*)

Dari data volume dan kecepatan dapat di hitung kepadatan (*density*) jalan tersebut, dengan cara memasukan kedalam persamaan  $k = q / Us$ , Berikut ditampilkan pada Tabel 5.22. sampai 5.25. data kepadatan (*density*) sebagai berikut ini.

Tabel 5.22. Data Kerapatan Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)

No	(q) Volume	(Us) Kecepatan	(k) Kepadatan
	Smp/Jam	km/jam	Smp/km
1	780	24,89	32
2	832	22,98	37
3	884	22,68	39
4	989,2	28,04	36
5	1024,4	20,03	52
6	1021,6	30,99	33
7	1042,8	25,96	41
8	746	22,91	33

Tabel 5.23. Data Kerapatan Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

No	Volume (q)	Kecepatan ( Us)	Kepadatan (k)
	Smp/Jam	km/jam	Smp/km
1	693,2	22,71	31
2	810,4	24,39	34
3	924	22,88	41
4	802,4	27,57	30
5	819,2	20,90	40
6	773,2	30,02	26
7	885,2	23,55	38
8	1120	25,02	45

Tabel 5.24. Data Kerapatan Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Volume (q)	Kecepatan (us)	Kepadatan (k)
	Smp/Jam	km/jam	Smp/km
1	877,2	21,98	40
2	908,4	22,98	40
3	1113,2	22,98	49
4	928,4	28,94	33
5	902	31,05	30
6	1022	25,93	40
7	988	23,85	42
8	906,4	22,95	40

Tabel 5.25. Data Kerapatan Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Volume (q)	Kecepatan (us)	Kepadatan (k)
	Smp/Jam	km/jam	Smp/km
1	770	22,71	34
2	888	22,88	39
3	1165,2	22,98	51
4	1242	25,90	48
5	1124	30,89	37
6	1180	28,01	43
7	1165,2	23,55	50
8	1179,2	25,96	46

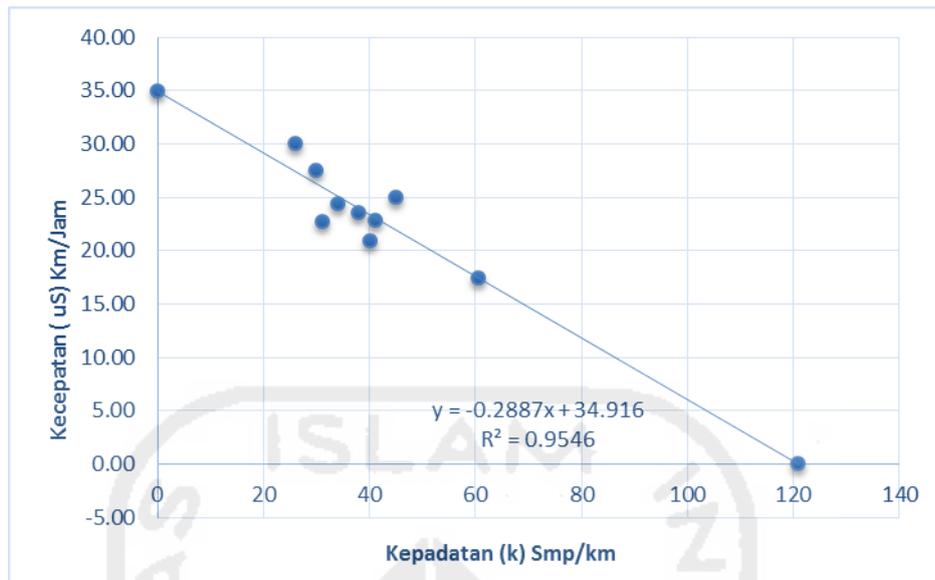
### 5.3.6 Analisis Data *Shockwave*

Analisis yang dilakukan adalah pengaruh penutupan pintu perlintasan terhadap kinerja lalu lintas di jalan raya Timoho dengan metode *Shockwave*. Analisis berdasarkan perolehan data pada kondisi eksisting berupa data kecepatan *shockwave*.

#### 5.3.6.1 Analisis Kecepatan *Shock Wave*

Setelah mendapatkan nilai *density* (k) dari kondisi eksisting volume kendaraan (q) dan kecepatan kendaraan (Us) dari masing-masing jalan, kemudian dibuat grafik hubungan Us-k, q-k, dan Us-q. Dari grafik tersebut didapat nilai-nilai yang digunakan untuk menghitung kecepatan *shockwave* U<sub>AB</sub>, U<sub>BC</sub>, dan U<sub>AC</sub> saat terjadi penutupan pintu perlintasan. Dengan memasukan data kepadatan dan volume ke dalam grafik hubungan q – k dan menggunakan persamaan dalam grafik tersebut untuk menentukan K<sub>j</sub> dan U<sub>j</sub>, dan nilai K<sub>o</sub> = k<sub>j</sub>/2 dan U<sub>o</sub> = U<sub>j</sub>/2.

Berikut grafik hubungan Us-q, q-k, U<sub>AB</sub>, U<sub>BC</sub>, dan U<sub>AC</sub> di jalan Timoho adalah sebagai berikut ini.



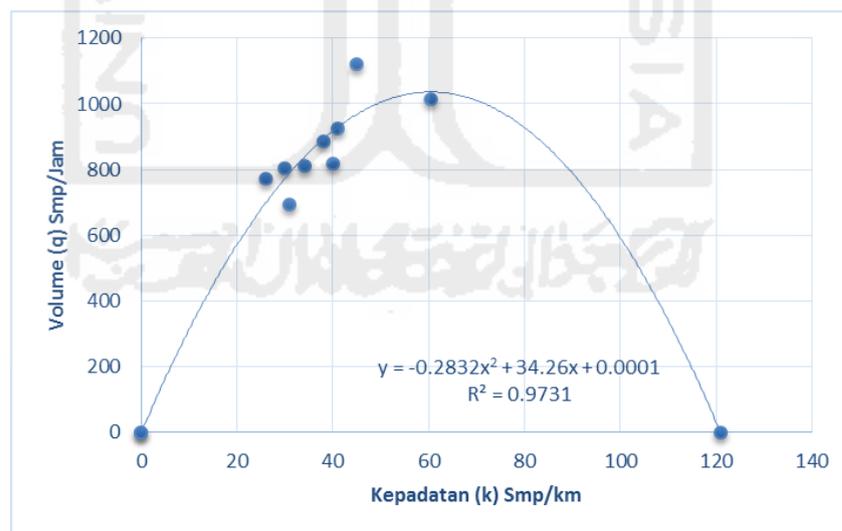
Kj: 120,94 smp/km

Uj: 34,92 km/jam

Ko: 60,47 smp/km

Uo: 17,46 km/jam

Gambar 5.12. Grafik hubungan  $U_s$ - $q$  Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.

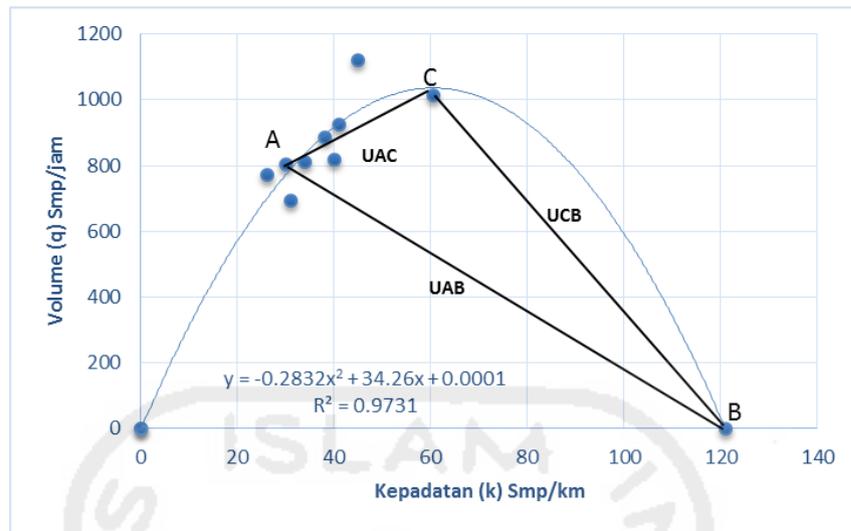


Kj: 120,94 smp/km

$q$  maks: 1015,1425 smp/jam

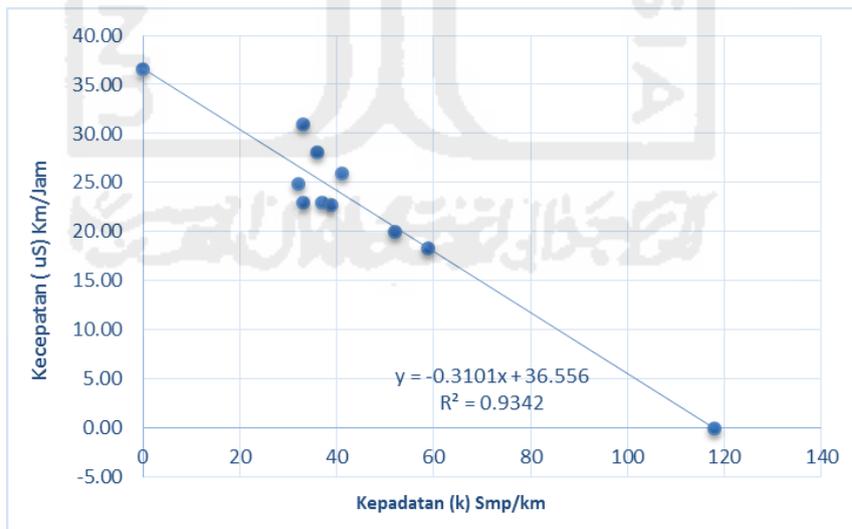
Ko: 60,47 smp/km

Gambar 5.13. Grafik hubungan  $q$ - $k$  Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.



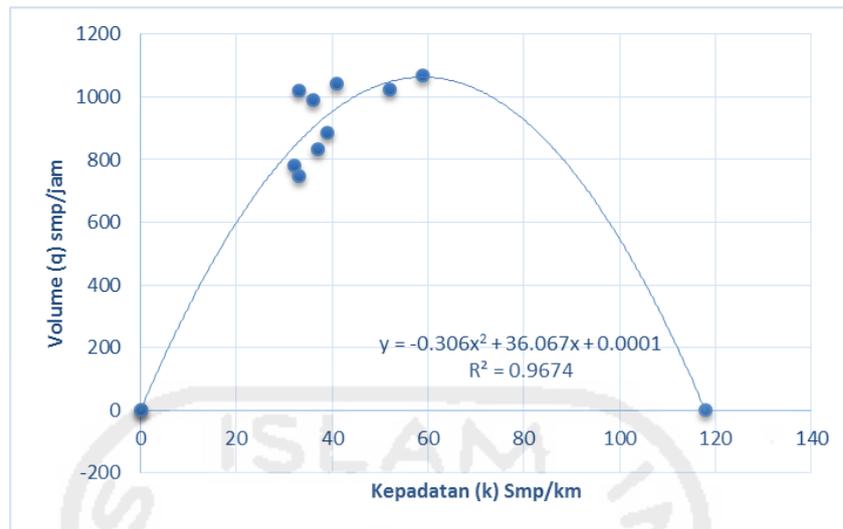
qm: 1015,1425 smp/jam                      UAB: 7,707 km/jam  
 q: 693,2 smp/jam                              UCB: 16,787 km/jam  
 Kj: 120,942 smp/km                          UAC: 10,924 km/jam  
 Ko: 60,471 smp/km                          K1 : 31 smp/km

Gambar 5.14. Grafik Shockwave UAB, UBC, dan UAC Hari ke 1 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.



Kj: 117,89 smp/km                              Uj: 36,56 km/jam  
 Ko: 58,94 smp/km                              Uo: 18,28 km/jam

Gambar 5.15. Grafik hubungan Us-q Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.

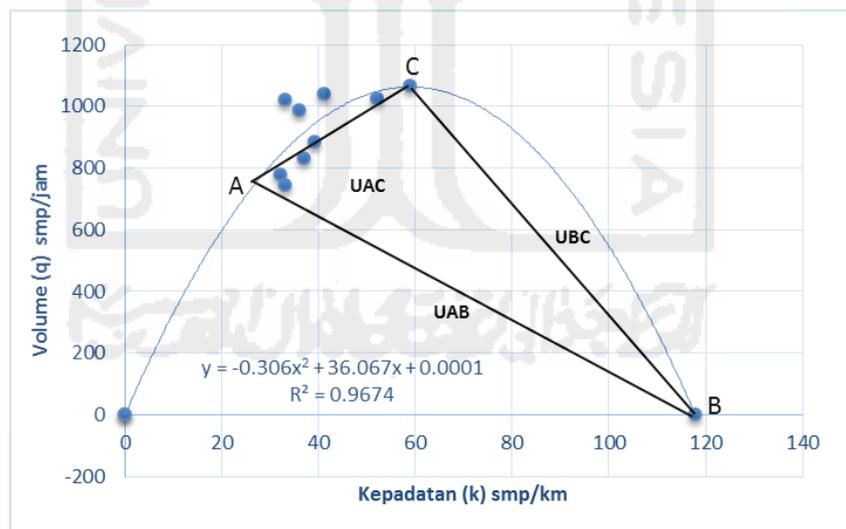


Kj: 117,89 smp/km

$q$  maks: 1068,774 smp/jam

Ko: 58,94 smp/km

Gambar 5.16. Grafik hubungan  $q$ - $k$  Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.



$q_m$ : 1068,774 smp/jam

UAB: 9,082 km/jam

$q$ : 780 smp/jam

UBC: 18,132 km/jam

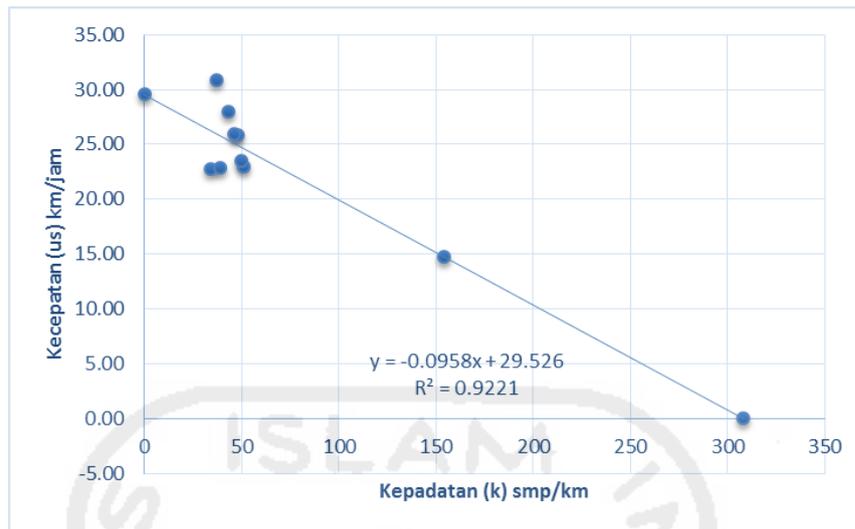
Kj: 117,89 smp/km

UAC: 10,718 km/jam

Ko: 58,94 smp/km

K1: 32 smp/km

Gambar 5.17. Grafik *Shockwave* UAB, UBC, dan UAC Hari ke 1 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.



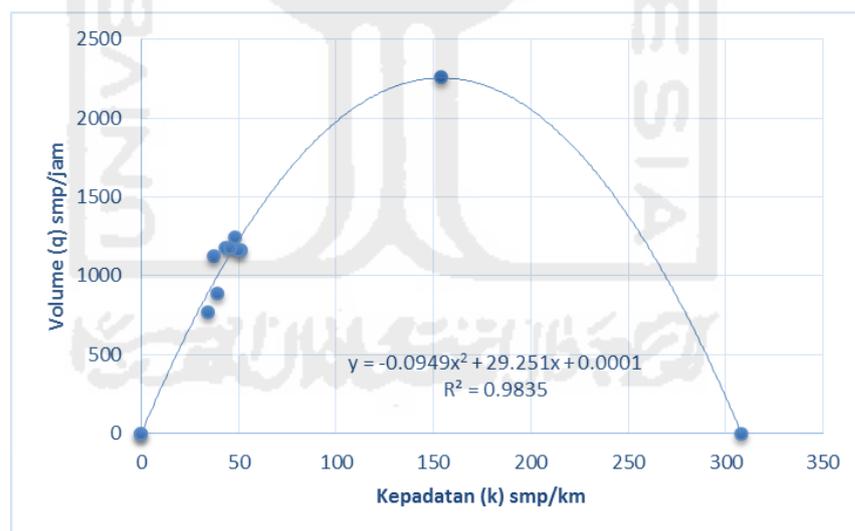
Kj: 308,204 smp/km

Uj: 29,526 km/jam

Ko: 154,102 smp/km

Uo: 14,763 km/jam

Gambar 5.18. Grafik hubungan Us-q Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.

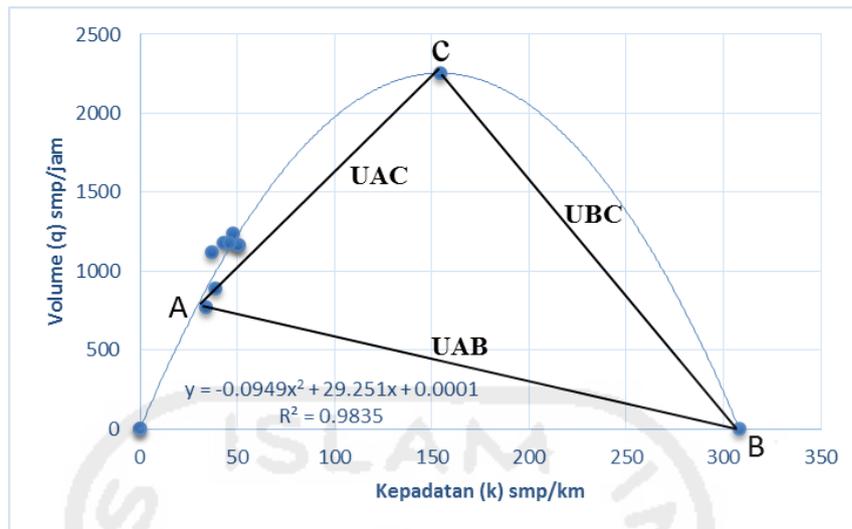


Kj: 308,204 smp/km

q maks: 2256,87 smp/jam

Ko: 154,102 smp/km

Gambar 5.19. Grafik hubungan q-k Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.



qm: 2256,87 smp/jam

U<sub>AB</sub>: 2,808 km/jam

q: 770 smp/jam

U<sub>CB</sub>: 14,645 km/jam

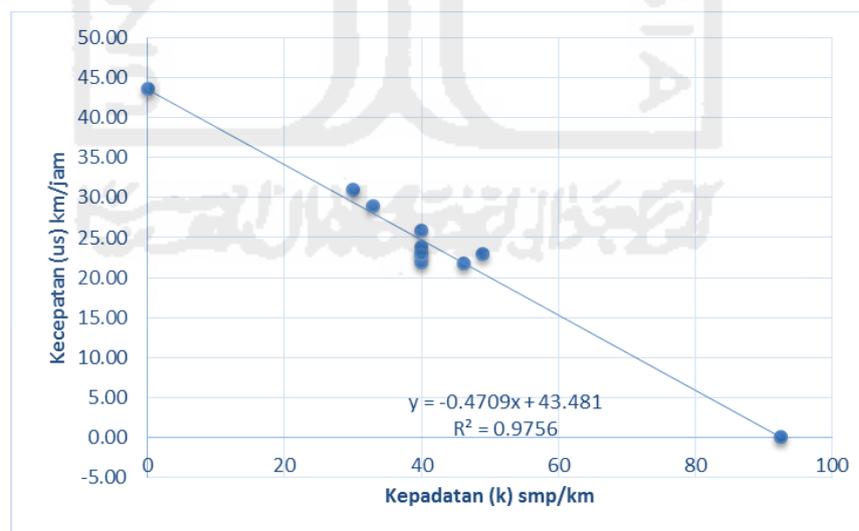
K<sub>j</sub>: 308,204 smp/km

U<sub>CA</sub>: 12,380 km/jam

K<sub>o</sub>: 154,102 smp/km

K<sub>1</sub> : 34 smp/km

Gambar 5.20. Grafik *Shockwave* UAB, UBC, dan UAC Hari ke 2 arah Selatan-Utara di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.



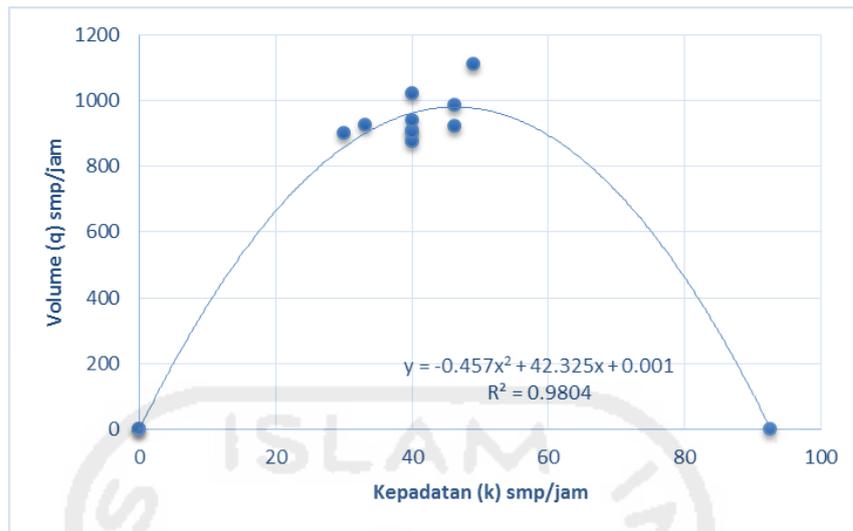
K<sub>j</sub>: 92,49 smp/km

U<sub>j</sub>: 43,481 km/jam

K<sub>o</sub>: 46,25 smp/km

U<sub>o</sub>: 21,74 km/jam

Gambar 5.21. Grafik hubungan Us-q Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisis eksisting.

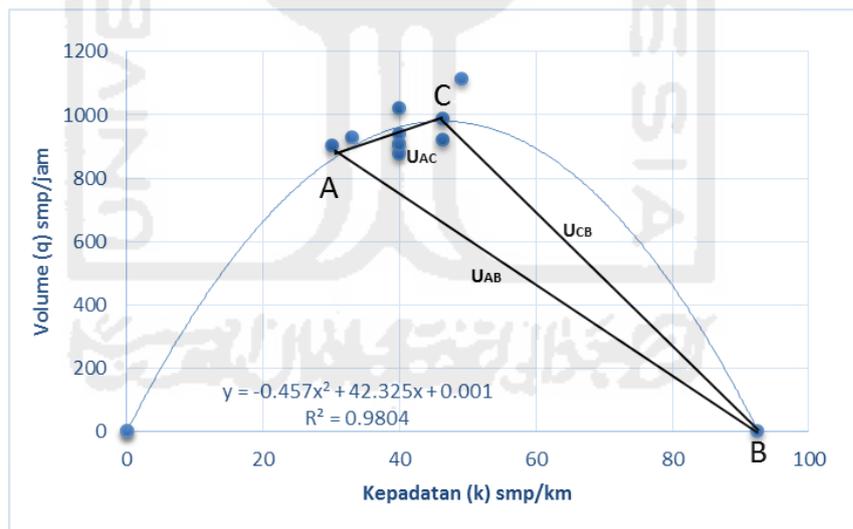


Kj: 92,49 smp/km

$q_{maks}$ : 987,799 smp/jam

Ko: 46,25 smp/km

Gambar 5.22. Grafik hubungan q-k Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.



$q_m$ : 987,799 smp/jam

$U_{AB}$ : 14,433 km/jam

$q$ : 902 smp/jam

$U_{CB}$ : 21,359 km/jam

Kj: 92,49 smp/km

$U_{CA}$ : 5,280 km/jam

Ko: 46,25 smp/km

$K_1$  : 30 smp/km

Gambar 5.23. Grafik Shockwave  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ , dan  $U_{AC}$  Hari ke 2 arah Utara-Selatan di Jalan Timoho pada kondisi eksisting.

### 5.3.7 Analisis Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan

Setelah mendapatkan nilai  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ , dan  $U_{AC}$  pada kondisi eksisting masing-masing ruas jalan diperoleh, kemudian dihitung lama waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk pelepasan antrian ( $t_a$ ) dan waktu kembali normal setelah terjadi penutupan pintu perlintasan ( $t_b$ ), besar tundaan (*Stopped delay*), jumlah kendaraan dalam antrian ( $N$ ) dan panjang antrian yang terjadi selama Penutupan Pintu Perlintasan Kereta api.

Jika  $t_3$  adalah waktu dimana antrian terakhir mulai bergerak, dan  $t_2$  adalah waktu kereta api selesai melintas, maka  $t_a$  menggunakan persamaan (3.21), dan untuk mencari nilai  $t_b$  dapat dihitung dengan persamaan (3.23), kemudian besar tundaan (*Stopped delay*) menggunakan persamaan (3.25), kemudian untuk jumlah antrian menggunakan persamaan (3.24), dan mencari panjang antrian menggunakan persamaan (3.22)

#### 5.3.7.1 Analisis Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan secara Teoritis

Sebagai contoh perhitungan mencari  $t_a$ ,  $t_b$ , *delay*, dan panjang antrian pada ruas jalan Timoho pada penutupan 1 pintu perlintasan Hari 1 pukul 18.05 sampai 18.07 adalah sebagai berikut:

Berdasarkan survei primer didapat hasil sebagai berikut ini.

Lama waktu penutupan ( $t$ ) = 0,0306 jam atau 2 menit

$q = 780$  smp/jam

Data kecepatan *shockwave* Hari 1 arah Utara ke Selatan jalan Timoho, sebagai berikut ini.

1.  $U_{AB} = 9,082$  km/jam
2.  $U_{CB} = 18,132$  km/jam
3.  $U_{CA} = 10,718$  km/jam

Mencari ( $t_a$ ) =  $t_3 - t_2 = t \times (U_{AB}/(U_{CB}-U_{AB}))$

$$= t_3 - t_2 = 0,0306 \times (9,082/(18,132 - 9,082))$$

$$t_a = t_3 - t_2 = 0,0307 \text{ jam} \Leftrightarrow 2 \text{ menit}$$

Mencari Waktu Penormalan ( $t_b$ ) =  $t_4 - t_2$

$$\begin{aligned} t_4 - t_2 &= (t \cdot U_{AB} / (U_{CB} - U_{AB})) \times ((U_{CB} / U_{CA}) + 1) \\ &= (0,0306 \times 9,082 / (18,132 - 9,082)) \times ((18,132 / 9,082) + 1) \end{aligned}$$

$$t_b = 0,083 \text{ jam} = 4,95 \text{ menit} \Leftrightarrow 5 \text{ menit}$$

*Stopped Delay:*  $T = t + t_a$

$$T = 0,03056 + 0,0307$$

$$T = 0,0612 \times 3600 = 220,53 \text{ detik}$$

Jumlah kendaraan dalam antrian dapat diperkirakan dengan persamaan berikut ini.

$$N = (t + t_a) \times q$$

$$N = (0,0306 + 0,0307) \times 780 = 47,75 \text{ smp}$$

Untuk mendapatkan panjang antrian yang terjadi ketika pintu perlintasan tertutup dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Q_m = t / 3600 \times ((U_{CB} \times U_{AB}) / (U_{CB} - U_{AB})).$$

$$= 0,0306 \times ((18,132 \times 9,082) / (18,132 - 9,082)) = 0,556 \text{ km} \Leftrightarrow 555,950 \text{ m.}$$

Keterangan: Hasil perhitungan Panjang antrian ( $Q_m$ ) diatas dihitung dengan cara perhitungan teoritis, hasil Perhitungan teoritis berbeda dengan perhitungan di lapangan, hal tersebut terjadi karena antrian kendaraan dilapangan tidak sesuai dengan aturan seperti teori, contohnya kendaraan yang seharusnya mengantri ke belakang, sedangkan dilapangan dapat mengantri penuh dan menumpuk.



Tabel 5.26. Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu Penutupan (WIB)	q (smp/jam)	UAB (km/jam)	UCB (km/jam)	UAC (km/jam)	t (m)	ta (m)	tb (m)	Delay (detik)	Qm (m)
1	18.05-18.07	780	9,082	18,132	10,718	2	2	5	220	556
2	18.13-18.15	780	9,082	18,132	10,718	2	2	5	200	505
3	18.20-18.22	832	10,286	18,132	10,790	2	3	7	277	792
4	18.45-18.48	884	11,206	18,132	9,265	3	4	13	419	1304
5	19.00-19.01	989,2	12,080	18,132	3,468	1	3	16	234	784
6	19.23-19.24	1021,6	12,035	18,132	1,818	1	3	27	226	756
7	19.33-19.36	1042,8	13,563	18,132	1,448	3	9	127	754	2840
8	19.53-19.55	746	8,788	18,132	1,441	2	2	5	233	568
9	19.57-19.59	746	8,788	18,132	12,441	2	2	6	281	687

Tabel 5.27. Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu Penutupan (WIB)	q (smp/jam)	UAB (km/jam)	UCB (km/jam)	UAC (km/jam)	t (m)	ta (m)	tb (m)	Delay (detik)	Qm (m)
1	18.05-18.07	693,2	7,707	16,787	10,924	2	2	4	203	435
2	18.13-18.15	693,2	7,707	16,787	10,924	2	1	4	185	396
3	18.20-18.22	810,4	9,321	16,787	7,735	2	2	8	270	699
4	18.45-18.48	924	11,558	16,787	4,681	3	6	27	514	1649
5	19.00-19.01	802,4	8,823	16,787	6,982	1	1	5	164	403
6	19.23-19.24	773,2	8,144	16,787	7,019	1	1	4	148	334
7	19.33-19.36	885,2	10,673	16,787	5,783	3	6	22	522	1546
8	19.53-19.55	1120	14,748	16,787	6,778	2	14	50	988	4047
9	19.57-19.59	1120	14,748	16,787	6,778	2	17	61	1194	4890

Tabel 5.28. Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu Penutupan (WIB)	q (smp/jam)	UAB (km/jam)	UCB (km/jam)	UAC (km/jam)	t (m)	ta (m)	tb (m)	Delay (detik)	Qm (m)
1	18.06-18.07	877,2	16,710	21,359	17,696	1	5	11	391	1813
2	18.14-18.15	877,2	16,710	21,359	17,696	1	5	11	368	1706
3	18.17-18.19	908,4	17,305	21,359	12,704	2	9	23	632	3039
4	18.48-18.50	928,4	15,605	21,359	4,483	2	5	31	445	1931

Lanjutan Tabel 5.28. Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu Penutupan (WIB)	q (smp/jam)	UAB (km/jam)	UCB (km/jam)	UAC (km/jam)	t (m)	ta (m)	tb (m)	Delay (detik)	Qm (m)
5	19.01-19.03	902	14,433	21,359	5,280	2	4	21	370	1484
6	19.33-19.37	940	17,907	21,359	7,648	4	20	75	1423	7078
7	19.53-19.55	906,4	17,267	21,359	13,024	2	9	24	673	3229
8	19.57-19.59	906,4	17,267	21,359	13,024	2	9	23	647	3104

Tabel 5.29. Data Tundaan dan Panjang Antrian Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu Penutupan (WIB)	q (smp/jam)	UAB (km/jam)	UCB (km/jam)	UAC (km/jam)	t (m)	ta (m)	tb (m)	Delay (detik)	Qm (m)
1	18.06-18.07	770	2,808	14,645	12,380	1	0	1	105	82
2	18.14-18.15	770	2,808	14,645	12,380	1	0	1	99	77
3	18.17-18.19	888	3,299	14,645	11,893	2	1	1	155	142
4	18.48-18.50	1242	4,773	14,645	9,565	2	1	2	178	236
5	19.01-19.03	1124	4,144	14,645	9,674	2	1	2	167	193
6	19.33-19.37	1165,2	4,513	14,645	10,487	4	2	4	332	417
7	19.53-19.55	1179,2	4,497	14,645	9,969	2	1	2	186	233
8	19.57-19.59	1179,2	4,497	14,645	9,969	2	1	2	179	224

### 5.3.8. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM)

Analisis konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) ini didasarkan pada lama kendaraan yang mengalami tundaan (*stopped delay*). Nantinya data tersebut dimasukkan ke dalam rumus yang didapat dari LAPI-ITB (1996) khususnya pada saat *idle* (diam) sehingga akan diperoleh jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang terbuang selama kendaraan tersebut mengalami tundaan akibat penutupan pintu perlintasan kereta api. Konsumsi bahan bakar minyak didapat dari konstanta yang diperoleh dari LAPI-ITB (1996) dikali lama tundaan yang dialami kendaraan dalam satuan detik. Semakin lama kendaraan tersebut mengalami tundaan maka semakin banyak bahan bakar minyak yang terkonsumsi secara tidak optimal atau terbuang percuma.

Berikut ini contoh perhitungan untuk memperoleh banyaknya konsumsi bahan bakar untuk satu penutupan pintu perlintasan.

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Bahan Bakar (F)} &= 140.10^{-2} \text{ (liter/smp-jam)} \\
 &= 140.10^{-2} / 3600 \text{ (liter/smp-detik)} \\
 &= 3,889.10^{-4} \text{ (liter/smp-detik)} \times 220 \text{ detik} \\
 &= 0,086 \text{ (liter/smp)} \\
 &= 85,68 \text{ (cc/smp)}
 \end{aligned}$$

Besarnya konsumsi bahan bakar untuk setiap penutupan pintu perlintasan ditunjukkan pada Tabel 5.30 sampai 5.33.

Tabel 5.30. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya *Stopped Delay* Hari ke 1 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	Delay (detik)	F (liter/smp)	Perkiraan Kendaraan (smp)
1	18.05	110	220	0,086	47,75
2	18.13	100	200	0,078	43,41
3	18.20	120	277	0,108	64,09
4	18.45	160	419	0,163	102,85
5	19.00	78	234	0,091	64,21
6	19.23	76	226	0,088	64,14
7	19.33	190	754	0,293	218,39
8	19.53	120	233	0,091	48,25
9	19.57	145	281	0,109	58,31
Jumlah				1,11	711,40

Tabel 5.31. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya *Stopped Delay* Hari ke 1 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	Delay (detik)	F (liter/smp)	Perkiraan Kendaraan (smp)
1	18.05	110	203	0,079	39,16
2	18.13	100	185	0,072	35,60
3	18.20	120	270	0,105	60,74
4	18.45	160	514	0,200	131,84
5	19.00	78	164	0,064	36,65
6	19.23	76	148	0,057	31,70
7	19.33	190	522	0,203	128,26
8	19.53	120	988	0,384	307,34
9	19.57	145	1194	0,464	371,37
			Jumlah	1,63	1142,67

Tabel 5.32. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya *Stopped Delay* Hari ke 2 (Arah Utara ke Selatan)

No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	Delay (detik)	F (liter/smp)	Perkiraan Kendaraan (smp)
1	18.06	85	390,54	0,152	95,163
2	18.14	80	367,57	0,143	89,565
3	18.17	120	632,18	0,246	159,521
4	18.48	120	445,43	0,173	114,871
5	19.01	120	370,08	0,144	92,726
6	19.33	230	1422,96	0,553	371,551
7	19.53	129	673,27	0,262	169,515
8	19.57	124	647,17	0,252	162,944
			Jumlah	1,92	1255,85

Tabel 5.33. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya *Stopped Delay* Hari ke 2 (Arah Selatan ke Utara)

No	Waktu Penutupan (WIB)	Lama Penutupan (Detik)	Delay (detik)	F (liter/smp)	Perkiraan kendaraan (smp)
1	18.06	85	105,16	0,041	22,494
2	18.14	80	98,98	0,038	21,170
3	18.17	120	154,89	0,060	38,205
4	18.48	120	178,02	0,069	61,417
5	19.01	120	167,36	0,065	52,254
6	19.33	230	332,43	0,129	107,598
7	19.53	129	186,17	0,072	60,980
8	19.57	124	178,95	0,070	58,617
			Jumlah	0,55	422,74

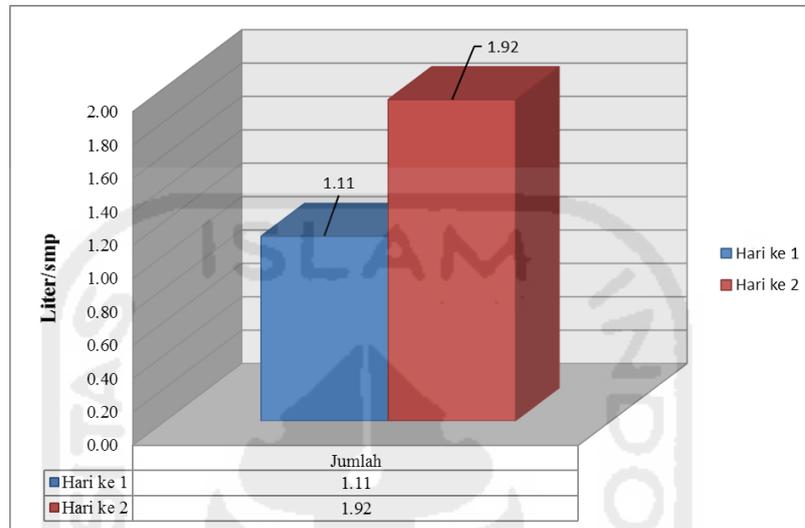
Tabel 5.34. Rekapitulasi Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Lamanya *Stopped Delay*

Hari	Jumlah Konsumsi BBM	
	Utara - Selatan	Selatan - Utara
	liter/smp	liter/smp
1	1,11	1,63
2	1,92	0,55
Jumlah/ 2hari	3,03	2,17

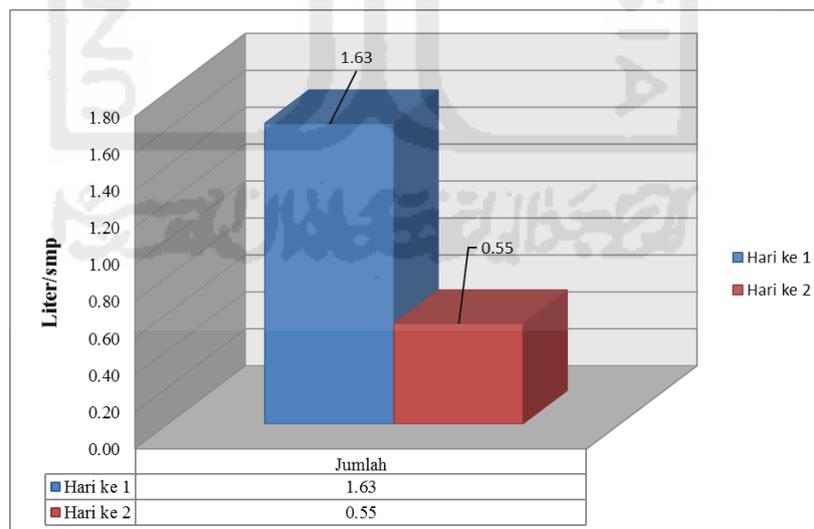
Dari Tabel 5.30. hingga Tabel.5.33. di atas yang telah menjabarkan secara rinci data dua hari pengamatan di lapangan dari kedua arah, serta Tabel 5.34. yang merekapitulasi data hasil pengamatan tersebut, maka didapatkan kesimpulan bahwa jumlah konsumsi BBM dari Arah Selatan ke Utara pada hari ke 1 dan hari ke 2 sebesar 2,17 liter/smp sedangkan dari Arah Utara ke Selatan sebesar 3,03 liter/smp, yang dimaksudkan pada hari ke 1 pengamatan adalah hari Selasa dan hari ke 2 adalah hari Sabtu.

Berikut ini adalah diagram batang jumlah konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) pada penutupan perlintasan kereta api selama periode jam puncak di Jalan Timoho Yogyakarta pada hari ke 1, dan ke 2 untuk menunjukkan Jumlah konsumsi

BBM yang terjadi pada penutupan perlintasan kereta api selama periode jam puncak.



Gambar 5.25. Diagram Batang Konsumsi (BBM) dalam liter/smp Tiap Penutupan Perlintasan Kereta Api pada jam Puncak (Arah Utara ke Selatan).



Gambar 5.26. Diagram Batang Konsumsi (BBM) dalam liter/smp Tiap Penutupan Perlintasan Kereta Api pada jam Puncak (Arah Selatan ke Utara).

Dari Gambar 5.25. dan Gambar 5.26. terlihat diagram batang yang menampilkan data konsumsi BBM di hari ke 1 (Selasa), dan hari ke 2 (Sabtu). Tampak pada diagram batang Arah Utara- Selatan di hari ke 2 yaitu Sabtu jumlah konsumsi BBM tertinggi, Sedangkan Arah Selatan-Utara di hari ke 1 yaitu Selasa yang jumlah konsumsi BBM tertinggi, dikarenakan hari tersebut ialah hari kerja dan hari libur pada jam puncak sehingga banyak kendaraan yang melintasi perlintasan di Jalan Timoho Yogyakarta untuk mencapai tujuan. Banyaknya jumlah kendaraan yang melintasi perlintasan tersebut berakibat pada tingginya konsumsi BBM yang tidak produktif akibat antrian di pintu perlintasan cukup panjang, serta penutupan pintu perlintasan kereta api yang cukup lama.

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui berapa banyak BBM yang terbuang dalam satuan liter/smp. Bila banyaknya BBM dikali dengan harga BBM saat ini di tahun 2016 maka akan terlihat kerugian secara nyata bagi pengguna jalan akibat penggunaan BBM secara tidak optimal atau terbuang percuma. Berikut ini dapat dilihat pada Tabel 5.35. jumlah kerugian konsumsi BBM dan Harga BBM.

Tabel 5.35. Jumlah Konsumsi BBM dan Harga BBM

Arah	Jumlah			Harga BBM / Mei 2016		
	liter/ smp	smp	liter	Premium	Rp	6.550
Utara - Selatan	3,030798	1967,26	5962	Pertamax	Rp	7.650
Selatan - Utara	2,17312	1565,4	3402	Solar	Rp	5.150
				Pertalite	Rp	7.100

Sumber: Pertamina harga-bbm (2016)

Data-data pada Tabel 5.35. menampilkan banyaknya konsumsi BBM saat *idle* (diam) pada jam puncak dan harga BBM per Mei 2016. Dari data di atas dimisalkan penggunaannya mulai harian, mingguan (7 hari), bulanan (30 hari) hingga tahunan (365 hari) dengan rata-rata penutupan perlintasan sebanyak 9 kali/1 hari pada jam puncak berikut ini hasil perhitungannya.

Tabel 5.36. Jumlah Kerugian Akibat Tundaan Selama Periode Jam Puncak Arus Lalu Lintas (Arah Utara ke Selatan) dan (Arah Selatan ke Utara).

Banyak Tundaan (18.00-20.00 WIB)	Jumlah Pengeluaran Arah Utara-Selatan Jam Puncak			
	Premium	Pertamax	Solar	Pertalite
	Rp/smp	Rp/smp	Rp/smp	Rp/Smp
1 hari 9 kali	19.526.742	22.806.043	15.353.088	21.166.392
1 Minggu 63 kali	1.230.184.769	1.436.780.684	967.244.513	1.333.482.727
1 Bulan 270 kali	5.272.220.439	6.157.631.505	4.145.333.627	5.714.925.972
1 Tahun 3285 kali	64.145.348.669	74.917.849.972	50.434.892.465	69.531.599.321
Banyak Tundaan (18.00-20.00 WIB)	Jumlah Pengeluaran Arah Selatan - Utara Jam Puncak			
	Premium	Pertamax	Solar	Pertalite
	Rp/Smp	Rp/Smp	Rp/Smp	Rp/Smp
1 hari 9 kali	11.140.942	13.011.940	8.759.672	12.076.441
1 Minggu 63 kali	701.879.365	819.752.235	551.859.348	760.815.800
1 Bulan 270 kali	3.008.054.421	3.513.223.866	2.365.111.491	3.260.639.143
1 Tahun 3285 kali	36.597.995.456	42.744.223.701	28.775.523.145	39.671.109.579
<b>total 1 hari 9 kali</b>	<b>30.667.685</b>	<b>35.817.983</b>	<b>24.112.760</b>	<b>33.242.834</b>
<b>total 1 Tahun 3286 kali</b>	<b>100.743.344.126</b>	<b>177.662.073.673</b>	<b>79.210.415.610</b>	<b>109.202.708.899</b>

Tabel 5.36. menampilkan data dalam rupiah dihitung dari banyaknya jumlah tundaan mulai hanya 1 hari 9 kali hingga 1 tahun 3286 kali. Bila dilihat dari banyaknya tundaan, 1 hari 9 kali tundaan telah begitu memberatkan Rp 19.526.742; (Utara-Selatan) untuk jenis BBM premium jika 1 tahun 3286 kali tundaan maka kerugian yang diterima oleh masyarakat, pengguna jalan yaitu sebesar Rp 64.145.348.669; (Utara-Selatan) ditambah dengan Rp 36.597.995.456; (Selatan Utara) maka kerugian yang diterima oleh masyarakat selama 1 tahun adalah Rp 100.743.344.126; Dalam praktiknya tundaan yang diterima oleh pengguna jalan tidak hanya satu melainkan lebih dari satu semisal 7 kali tundaan untuk sampai tujuan, ditambah jarak, gangguan akibat hambatan samping, usia kendaraan, dan cara berkendara maka nilai rupiah yang dikeluarkan akan semakin tinggi pula.

## 5.4 PEMBAHASAN

### 5.4.1 Hasil Perhitungan Tundaan dan Dampak Konsumsi BBM

Dari hasil perhitungan tundaan dan dampak Konsumsi BBM yang telah dilakukan dengan menggunakan Rumus LAPI-ITB tahun 1996, didapatkan jumlah tundaan dan dampak konsumsi BBM dalam dua hari penelitian. Untuk dua hari penelitian didapat tujuh belas kali penutupan pada jam puncak, yakni pukul 18.00 sampai dengan 20.00 WIB. Pada kondisi *idle* (diam), dan didapatkan hasil yang berbeda dari kedua arah. Dari arah Selatan ke Utara didapatkan tundaan selama 5589 detik, dengan konsumsi BBM sebanyak 2,17 liter/smp, dan jumlah kendaraan 1565,4 smp, yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 22.281.884 dengan jenis BBM Premium. Adapun dari arah Utara ke Selatan, didapatkan tundaan selama 7794 detik, dengan konsumsi BBM sebesar 3,03 liter/smp, dan jumlah kendaraan 1967,26 smp, yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 39.053.484.

Dari ke dua penjelasan diatas maka kerugian yang diterima oleh masyarakat selama dua hari tujuh belas kali penutupan adalah sebesar Rp. 61.333.369. Sehingga dalam satu hari penutupan pada saat jam puncak mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 30.667.684.

Ditinjau dari hasil keseluruhan perhitungan dengan menggunakan rumus LAPI-ITB, terdapat simplifikasi rumus LAPI-ITB. Simplifikasi tersebut boleh jadi karena rumus LAPI-ITB sudah tidak akurat dengan kondisi sekarang, dikarenakan oleh beberapa faktor salah satunya seperti, adanya pengembangan dari sistem teknologi kendaraan yang irit akan konsumsi BBM. Untuk perhitungan dari rumus LAPI-ITB perlu di kaji ulang karena mempertimbangkan dari pengembangan teknologi kendaraan bermotor sekarang yang irit akan konsumsi BBM pada kendaraan bermotor contohnya, kendaraan yang berbasis *injeksi*, dan teknologi *iding stop sytem (ISS)*.

#### 5.4.2 Alternatif Pemecahan Masalah dengan Underpass

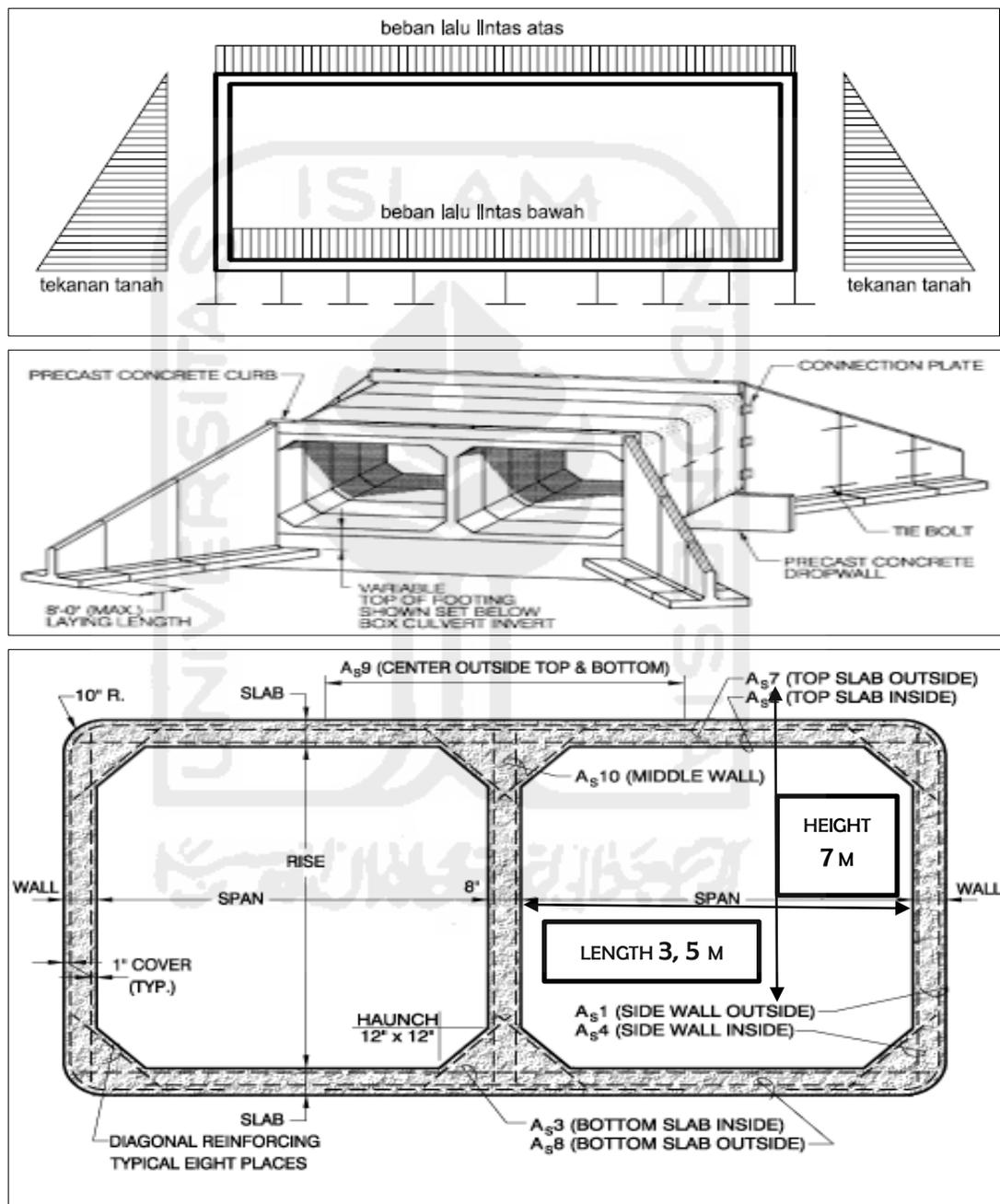
Alternatif pemecahan masalah perlintasan sebidang dengan pembangunan *underpass* untuk menjadikan perlintasan timoho menjadi perlintasan tidak sebidang sesuai dengan Perdirjen Perhubungan Darat No.SK.770/KA.401/DRJD/2005 pada Pasal 1 ayat (1) menyebutkan “bahwa pada perlintasan sebidang antara jalan dengan jalur KA dibuat dengan prisif tidak sebidang” dan dapat mengurangi kerugian yang diterima oleh masyarakat pengguna jalan akibat dampak dari perlintasan sebidang tersebut.

Pembangunan *underpass* ada dua aspek konstruksi yaitu *box culvert* dan *Abutment*.

Adapun alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Aspek konstruksi, aspek konstruksi yang digunakan untuk perencanaan pembangunan *underpass* yaitu konstruksi *box culvert*.
  - a. Keuntungan dari Konstruksi *box culvert* adalah:
    1. Mudah dalam hal pelaksanaan pekerjaan.
    2. Waktu pelaksanaan lebih cepat.
    3. Bisa dibuat dengan cara konvensional maupun dengan pabrikasi
    4. Harga lebih murah di bandingkan dengan Konstruksi *abutment*.
    5. Hasil akhir lebih rapi.
  - b. Kerugian dari Konstruksi *box culvert* adalah:
    1. Tidak kuat untuk pemakaian bentang besar.
    2. Bila memesan dipabrik, ukurannya harus sesuai dengan ukuran pabrik.
    3. Memerlukan lebih banyak pondasi dalam.
2. Pemodelan konstruksi, model konstruksi *underpass box culvert* yaitu, *box culvert* dimodelkan sebagai struktur portal diatas tumpuan jepit. Portal ini merupakan jenis portal tak bergoyang karena akibat pembebanan terjadi perubahan panjang bentang.

Adapun model Konstruksi *underpass box culvert* dapat dilihat pada Gambar 5.27 dan Denah Lokasi Rencana *underpass box culvert* dapat dilihat



pada Gambar 5.28. sebagai berikut ini:

Gambar 5.27. Pemodelan Kostruksi *underpass box culvert*



Gambar 5.28. Denah Lokasi Rencana *underpass box culvert*.

## **BAB VI**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 SIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan mengenai hubungan tundaan pada pengoperasian palang pintu perlintasan di jalan Timoho Yogyakarta terhadap konsumsi bahan bakar minyak (BBM), maka didapatkan beberapa hasil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Durasi penutupan terlama pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api Jalan Timoho Yogyakarta adalah dihari ke 2 (Sabtu) jam 19.33 WIB dengan waktu penutupan selama 230 detik, yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 1.346.758 dengan jenis BBM Premium dan Durasi penutupan tercepat adalah dihari ke 1 (Selasa) jam 19.23 WIB dengan waktu penutupan selama 76 detik, yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 36.913. dan rata-rata penutupan pintu perlintasan tertinggi dalam 2 hari sebesar 126 detik.
2. Besarnya *stopped delay* yang terlama pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jl. Timoho Yogyakarta terjadi di hari ke 1 (Selasa) dari arah Utara – Selatan sebesar 754 detik dengan panjang antrian 2840.4 meter. Sedangkan tercepat adalah di hari ke 2 (Sabtu) Arah Selatan ke Utara sebesar 99 detik dan panjang antrian 77,2 meter.
3. Jumlah Konsumsi BBM akibat tundaan pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di Jalan Timoho Yogyakarta pada kondisi *existing*. Dari Arah Utara-Selatan sebesar 3,03 liter/smp yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 39.053.484 dengan jenis BBM Premium dan Arah Selatan-Utara sebesar 2,17 liter/smp yang mengakibatkan kerugian sebesar Rp. 22.281.884. Hal ini disebabkan oleh lamanya tundaan yang dialami oleh kendaraan serta perilaku pengguna kendaraan bermotor yang tidak beraturan pada saat pembukaan pintu perlintasan kereta api di jam puncak.

## 6.2 SARAN

Berdasarkan analisis dan simpulan yang dihasilkan, ada beberapa saran yang dapat diberikan penulis adalah sebagai berikut ini.

- a. Perlu adanya kaji ulang terhadap rumus LAPI-ITB untuk mendapatkan perhitungan yang aktual.
- b. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil Perhitungan Underpass pada perlintasan Jalan Timoho Yogyakarta.
- c. Pengendalian dan pengawasan pengembangan kota harus diikuti dengan peningkatan pelayanan angkutan umum yang baik dan sarana transportasi yang memadai sehingga pengguna kendaraan pribadi tidak terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang menyebabkan permasalahan transportasi (kemacetan) dan beralih pada angkutan umum sehingga konsumsi BBM dapat digunakan dengan optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amal, A.S., 2003, Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan Pada Jalan Raya Malang – Surabaya Km 10. *Thesis S2*, Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Black, J.A., 1981. *Urban Transport Planning: Theory and Practice*, London, Cromm Helm.
- Clarkson H, Oglesby dan R. Gary Hicks., 1990, *Teknik Jalan Raya*. Erlangga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga., 1997, MKJI (*Manual Kapasitas Jalan Indonsia*). Depatemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Hadis, C.S., 2013, Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api di Surakarta) – Solo. *Tugas Akhir*, Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Hobbs, F.D., 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Edisi Kedua. Edisi Indonesia. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- Irianto, Agus., 2007, *Statistika Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Kencana. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan., 2007, *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*. Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta.

Keputusan Menteri Perhubungan., 2011, *Keputusan Menteri Perhubungan No 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Keret Api dengan Bangunan Lain*. Kementerian Republik Indonesia. Jakarta.

Khisty, C.J., B, K. L., 2005, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Erlangga. Jakarta.

Komputer, Wahana., 2007, *Pengolahan Data Statistik dengan SPSS 15*. Andi. Yogyakarta.

Malau, R., 2014, Aplikasi Shock Wave Analisis dan Queueing Analisis untuk menghitung Panjang Antrian pada Perlintasan Sebidang – Medan. *Tugas Akhir*, Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara Medan, Medan.

Mcshane, W.R, Roess. R.P.,1990, *Traffic Engineering*. By Prentice Hall inc, Englewood, new Jersey.

Miro, F., 2005, *Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.

Morlok, E.K., 1991, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga Jakarta.

Muttaqin, M.Z., 2014, Pengaruh Tundaan dan Antrian Panjang Kendaraan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Pada Perlintasan Kereta Api Purwosarii), *Tugas Akhir*, Teknik Sipil. UNS Surakarta.

Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat. SK.770/KA.401/DRJD/2005., 2005, *Tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta api*.

- Peraturan Pemerintah., 2009, Peraturan Pemerintah No. 72 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api.
- Rezeqwan, A., 2015, Dampak Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) Dan Jumlah Pelanggaran Pada Palang Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Jalan HOS Cokroaminoto Yogyakarta No 739), *Tugas Akhir*, Teknik Sipil. UII Yogyakarta.
- Rotinga, A., 1987, *Statistika Terapan*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sarwono, J., 2008, *Statistik Itu Mudah*. Andi. Yogyakarta.
- Setijowarno, Djoko dan Russ Bona Frazila., 2003, *Pengantar Rekayasa Dasar Transportasi*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik soegijapranata. Bandung.
- Subarkah, Iman., 1981, *Jalan Kereta Api* . Idea Dharma. Bandung.
- Sudjana., 1983, *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Tarsito. Bandung.
- Sukardi., 2009, *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Tamin, O.Z., 2008, *Perencanaan, Permodelan & Rekayasa Transportasi*. ITB. Bandung.
- Yusyadiputra, M., 2014, Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Jalan Rel Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Raya di Perlintasan Kaligawe Semarang Dan Kaliwungu Kendal. *Tugas Akhir*, Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.

# LAMPIRAN



### Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.00-18.15	26			26	1	26.13		26.13	24.89
2		24			24	1	24.12		24.12	
3		25			25	1	25.12		25.12	
4		31			31	1	31.15		31.15	
5		35			35	1	35.17		35.17	
6		30			30	1	30.15		30.15	
7		28			28	1	28.14		28.14	
8		28			28	1	28.14		28.14	
9		27			27	1	27.13		27.13	
10		26			26	1	26.13		26.13	
11		26			26	1	26.13		26.13	
12		25			25	1	25.12		25.12	
13		25			25	1	25.12		25.12	
14		25			25	1	25.12		25.12	
15		25			25	1	25.12		25.12	
16		25			25	1	25.12		25.12	
17		24			24	1	24.12		24.12	
18		24			24	1	24.12		24.12	
19		24			24	1	24.12		24.12	
20		25			25	1	25.12		25.12	
21		24			24	1	24.12		24.12	
22		24			24	1	24.12		24.12	
23		22			22	1	22.11		22.11	
24		20			20	1	20.10		20.10	
25		20			20	1	20.10		20.10	
26		23			23	1	23.11		23.11	
27		22			22	1	22.11		22.11	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

### Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.15- 18.30	20			20	1	20.10		20.10	22.98
2		20			20	1	20.10		20.10	
3		21			21	1	21.10		21.10	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		25			25	1	25.12		25.12	
6		24			24	1	24.12		24.12	
7		23			23	1	23.11		23.11	
8		22			22	1	22.11		22.11	
9		21			21	1	21.10		21.10	
10		21			21	1	21.10		21.10	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		23			23	1	23.11		23.11	
13		24			24	1	24.12		24.12	
14		24			24	1	24.12		24.12	
15		22			22	1	22.11		22.11	
16		25			25	1	25.12		25.12	
17		25			25	1	25.12		25.12	
18		24			24	1	24.12		24.12	
19		23			23	1	23.11		23.11	
20		22			22	1	22.11		22.11	
21		21			21	1	21.10		21.10	
22		21			21	1	21.10		21.10	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		25			25	1	25.12		25.12	
25		27			27	1	27.13		27.13	
26		28			28	1	28.14		28.14	
27		24			24	1	24.12		24.12	
28		24			24	1	24.12		24.12	
29		22			22	1	22.11		22.11	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.30- 18.45	22			22	1	22.11		22.11	22.68
2		23			23	1	23.11		23.11	
3		24			24	1	24.12		24.12	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		26			26	1	26.13		26.13	
6		27			27	1	27.13		27.13	
7		27			27	1	27.13		27.13	
8		28			28	1	28.14		28.14	
9		27			27	1	27.13		27.13	
10		22			22	1	22.11		22.11	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		25			25	1	25.12		25.12	
13		21			21	1	21.10		21.10	
14		23			23	1	23.11		23.11	
15		24			24	1	24.12		24.12	
16		25			25	1	25.12		25.12	
17		23			23	1	23.11		23.11	
18		23			23	1	23.11		23.11	
19		22			22	1	22.11		22.11	
20		20			20	1	20.10		20.10	
21		19			19	1	19.09		19.09	
22		19			19	1	19.09		19.09	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		20			20	1	20.10		20.10	
25		20			20	1	20.10		20.10	
26		20			20	1	20.10		20.10	
27		22			22	1	22.11		22.11	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		26			26	1	26.13		26.13	28.04
2		25			25	1	25.12		25.12	
3		25			25	1	25.12		25.12	
4		25			25	1	25.12		25.12	
5		21			21	1	21.10		21.10	
6		35			35	1	35.17		35.17	
7		36		29	65	1	65.32		65.32	
8		30			30	1	30.15		30.15	
9		29			29	1	29.14		29.14	
10		28			28	1	28.14		28.14	
11		28			28	1	28.14		28.14	
12		27			27	1	27.13		27.13	
13		27			27	1	27.13		27.13	
14		26			26	1	26.13		26.13	
15	18.45-	26			26	1	26.13		26.13	
16	19.00	25			25	1	25.12		25.12	
17		23			23	1	23.11		23.11	
18		24			24	1	24.12		24.12	
19		25			25	1	25.12		25.12	
20		25			25	1	25.12		25.12	
21		26			26	1	26.13		26.13	
22		27			27	1	27.13		27.13	
23		28			28	1	28.14		28.14	
24		29			29	1	29.14		29.14	
25		26			26	1	26.13		26.13	
26		27			27	1	27.13		27.13	
27		28			28	1	28.14		28.14	
28		28			28	1	28.14		28.14	
29		27			27	1	27.13		27.13	
30		26			26	1	26.13		26.13	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.00-19.15	15		15	30	1	30.15		30.15	20.03
2		24			24	1	24.12		24.12	
3		20			20	1	20.10		20.10	
4		22			22	1	22.11		22.11	
5		19			19	1	19.09		19.09	
6		19			19	1	19.09		19.09	
7		20			20	1	20.10		20.10	
8		19			19	1	19.09		19.09	
9		19			19	1	19.09		19.09	
10		20			20	1	20.10		20.10	
11		15		15	30	1	30.15		30.15	
12		20			20	1	20.10		20.10	
13		19			19	1	19.09		19.09	
14		20			20	1	20.10		20.10	
15		19			19	1	19.09		19.09	
16		19			19	1	19.09		19.09	
17		15			15	1	15.07		15.07	
18		16			16	1	16.08		16.08	
19		17			17	1	17.08		17.08	
20		17			17	1	17.08		17.08	
21		19			19	1	19.09		19.09	
22		19			19	1	19.09		19.09	
23		18			18	1	18.09		18.09	
24		19			19	1	19.09		19.09	
25		19			19	1	19.09		19.09	
26		19			19	1	19.09		19.09	
27		22			22	1	22.11		22.11	
28		21			21	1	21.10		21.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		18			18	1	18.09		18.09	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		14			14	1	14.07		14.07	30.99
2		22			22	1	22.11		22.11	
3		28			28	1	28.14		28.14	
4		30			30	1	30.15		30.15	
5		30			30	1	30.15		30.15	
6		28		28	56	1	56.28		56.28	
7		25			25	1	25.12		25.12	
8		26			26	1	26.13		26.13	
9		28			28	1	28.14		28.14	
10		36			36	1	36.18		36.18	
11		37			37	1	37.18		37.18	
12		35			35	1	35.17		35.17	
13		35			35	1	35.17		35.17	
14		34			34	1	34.17		34.17	
15	19.15-	33			33	1	33.16		33.16	
16	19.30	34			34	1	34.17		34.17	
17		30			30	1	30.15		30.15	
18		28		28	56	1	56.28		56.28	
19		27			27	1	27.13		27.13	
20		26			26	1	26.13		26.13	
21		26			26	1	26.13		26.13	
22		28			28	1	28.14		28.14	
23		28		28	56	1	56.28		56.28	
24		28			28	1	28.14		28.14	
25		27			27	1	27.13		27.13	
26		26			26	1	26.13		26.13	
27		25			25	1	25.12		25.12	
28		24			24	1	24.12		24.12	
29		23			23	1	23.11		23.11	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		17			17	1	17.08		17.08	25.96
2		18			18	1	18.09		18.09	
3		22			22	1	22.11		22.11	
4		24			24	1	24.12		24.12	
5		20		20	40	1	40.20		40.20	
6		24			24	1	24.12		24.12	
7		25			25	1	25.12		25.12	
8		22		22	44	1	44.22		44.22	
9		22			22	1	22.11		22.11	
10		22			22	1	22.11		22.11	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		23			23	1	23.11		23.11	
13		25			25	1	25.12		25.12	
14		27			27	1	27.13		27.13	
15	19.30-	28			28	1	28.14		28.14	
16	19.45	29			29	1	29.14		29.14	
17		28			28	1	28.14		28.14	
18		27			27	1	27.13		27.13	
19		26			26	1	26.13		26.13	
20		23			23	1	23.11		23.11	
21		23			23	1	23.11		23.11	
22		22			22	1	22.11		22.11	
23		24		24	48	1	48.24		48.24	
24		22		22	44	1	44.22		44.22	
25		20			20	1	20.10		20.10	
26		20			20	1	20.10		20.10	
27		22			22	1	22.11		22.11	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		30			30	1	30.15		30.15	22.91
2		20			20	1	20.10		20.10	
3		24			24	1	24.12		24.12	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		23			23	1	23.11		23.11	
6		23			23	1	23.11		23.11	
7		22			22	1	22.11		22.11	
8		20			20	1	20.10		20.10	
9		24			24	1	24.12		24.12	
10		20			20	1	20.10		20.10	
11		20			20	1	20.10		20.10	
12		20			20	1	20.10		20.10	
13		20			20	1	20.10		20.10	
14		30			30	1	30.15		30.15	
15	19.45-	23			23	1	23.11		23.11	
16	20.00	25			25	1	25.12		25.12	
17		27			27	1	27.13		27.13	
18		29			29	1	29.14		29.14	
19		21			21	1	21.10		21.10	
20		29			29	1	29.14		29.14	
21		20			20	1	20.10		20.10	
22		22			22	1	22.11		22.11	
23		22			22	1	22.11		22.11	
24		23			23	1	23.11		23.11	
25		22			22	1	22.11		22.11	
26		22			22	1	22.11		22.11	
27		20			20	1	20.10		20.10	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.00-18.15	25			25	2		25.12	25.12	22.71
2		24			24	2		24.12	24.12	
3		22			22	2		22.11	22.11	
4		23			23	2		23.11	23.11	
5		22			22	2		22.11	22.11	
6		22			22	2		22.11	22.11	
7		22			22	2		22.11	22.11	
8		20			20	2		20.10	20.10	
9		20			20	2		20.10	20.10	
10		20			20	2		20.10	20.10	
11		22			22	2		22.11	22.11	
12		23			23	2		23.11	23.11	
13		22			22	2		22.11	22.11	
14		20			20	2		20.10	20.10	
15		20			20	2		20.10	20.10	
16		20			20	2		20.10	20.10	
17		20		20	40	2		40.20	40.20	
18		25			25	2		25.12	25.12	
19		25			25	2		25.12	25.12	
20		24			24	2		24.12	24.12	
21		22			22	2		22.11	22.11	
22		23			23	2		23.11	23.11	
23		23			23	2		23.11	23.11	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		20			20	2		20.10	20.10	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		20			20	2		20.10	20.10	
28		22			22	2		22.11	22.11	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		23			23	2		23.11	23.11	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.15-18.30	25			25	2		25.12	25.12	24.39
2		24			24	2		24.12	24.12	
3		22			22	2		22.11	22.11	
4		22			22	2		22.11	22.11	
5		22			22	2		22.11	22.11	
6		20			20	2		20.10	20.10	
7		25		25	50	2		50.25	50.25	
8		24		25	49	2		49.24	49.24	
9		24			24	2		24.12	24.12	
10		23			23	2		23.11	23.11	
11		23			23	2		23.11	23.11	
12		22			22	2		22.11	22.11	
13		22			22	2		22.11	22.11	
14		27			27	2		27.13	27.13	
15		25			25	2		25.12	25.12	
16		24			24	2		24.12	24.12	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		23			23	2		23.11	23.11	
19		22			22	2		22.11	22.11	
20		22			22	2		22.11	22.11	
21		20			20	2		20.10	20.10	
22		20			20	2		20.10	20.10	
23		19			19	2		19.09	19.09	
24		20			20	2		20.10	20.10	
25		20			20	2		20.10	20.10	
26		23			23	2		23.11	23.11	
27		22			22	2		22.11	22.11	
28		23			23	2		23.11	23.11	
29		23			23	2		23.11	23.11	
30		23			23	2		23.11	23.11	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.30-18.45	22			22	2		22.11	22.11	22.88
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		20			20	2		20.10	20.10	
4		20			20	2		20.10	20.10	
5		19			19	2		19.09	19.09	
6		25			25	2		25.12	25.12	
7		26			26	2		26.13	26.13	
8		28			28	2		28.14	28.14	
9		26			26	2		26.13	26.13	
10		25			25	2		25.12	25.12	
11		23			23	2		23.11	23.11	
12		24			24	2		24.12	24.12	
13		27			27	2		27.13	27.13	
14		25			25	2		25.12	25.12	
15		22			22	2		22.11	22.11	
16		23			23	2		23.11	23.11	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		18			18	2		18.09	18.09	
19		19			19	2		19.09	19.09	
20		20			20	2		20.10	20.10	
21		20			20	2		20.10	20.10	
22		22			22	2		22.11	22.11	
23		22			22	2		22.11	22.11	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		24			24	2		24.12	24.12	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		25			25	2		25.12	25.12	
28		24			24	2		24.12	24.12	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		23			23	2		23.11	23.11	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.45-19.00	24			24	2		24.12	24.12	27.57
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		31			31	2		31.15	31.15	
4		21			21	2		21.10	21.10	
5		20			20	2		40.20	40.20	
6		20			20	2		20.10	20.10	
7		24			24	2		24.12	24.12	
8		25			25	2		25.12	25.12	
9		23			23	2		23.11	23.11	
10		23			23	2		23.11	23.11	
11		20			20	2		20.10	20.10	
12		23			23	2		23.11	23.11	
13		23			23	2		23.11	23.11	
14		22			22	2		22.11	22.11	
15		22			22	2		22.11	22.11	
16		20			20	2		20.10	20.10	
17		20			20	2		20.10	20.10	
18		20			20	2		20.10	20.10	
19		35			35	2		35.17	35.17	
20		35			35	2		35.17	35.17	
21		34			34	2		34.17	34.17	
22		34			34	2		34.17	34.17	
23		32			32	2		32.16	32.16	
24		32			32	2		32.16	32.16	
25		31			31	2		31.15	31.15	
26		30			30	2		60.30	60.30	
27		28			28	2		28.14	28.14	
28		28			28	2		28.14	28.14	
29		25			25	2		25.12	25.12	
30		25			25	2		25.12	25.12	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.00-19.15	17			17	2		17.08	17.08	20.90
2		17			17	2		17.08	17.08	
3		17			17	2		17.08	17.08	
4		28			28	2		28.14	28.14	
5		24			24	2		24.12	24.12	
6		27			27	2		27.13	27.13	
7		22			22	2		22.11	22.11	
8		22			22	2		22.11	22.11	
9					23	2		23.11	23.11	
10		19			19	2		19.09	19.09	
11		19			19	2		19.09	19.09	
12		26			26	2		26.13	26.13	
13		19			19	2		19.09	19.09	
14		19			19	2		19.09	19.09	
15		19			19	2		19.09	19.09	
16		20			20	2		20.10	20.10	
17		20			20	2		20.10	20.10	
18		20			20	2		20.10	20.10	
19		21			21	2		21.10	21.10	
20		20			20	2		20.10	20.10	
21		19			19	2		19.09	19.09	
22		23			23	2		23.11	23.11	
23		21			21	2		21.10	21.10	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		22			22	2		22.11	22.11	
26		19			19	2		19.09	19.09	
27		19			19	2		19.09	19.09	
28		20			20	2		20.10	20.10	
29		21			21	2		21.10	21.10	
30		19			19	2		19.09	19.09	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.15-19.30	20		20	40	2		40.20	40.20	30.02
2		24			24	2		24.12	24.12	
3		25			25	2		25.12	25.12	
4		27			27	2		27.13	27.13	
5		26			26	2		26.13	26.13	
6		28			28	2		28.14	28.14	
7		28			28	2		28.14	28.14	
8		29			29	2		29.14	29.14	
9		28			28	2		28.14	28.14	
10		28			28	2		28.14	28.14	
11		27			27	2		27.13	27.13	
12		35			35	2		35.17	35.17	
13		30			30	2		30.15	30.15	
14		28			28	2		28.14	28.14	
15		27			27	2		27.13	27.13	
16		27			27	2		27.13	27.13	
17		26			26	2		26.13	26.13	
18		30			30	2		30.15	30.15	
19		29			29	2		29.14	29.14	
20		30			30	2		30.15	30.15	
21		28			28	2		28.14	28.14	
22		29			29	2		29.14	29.14	
23		30			30	2		30.15	30.15	
24		35			35	2		35.17	35.17	
25		37			37	2		37.18	37.18	
26		38			38	2		38.19	38.19	
27		36			36	2		36.18	36.18	
28		35			35	2		35.17	35.17	
29		30			30	2		30.15	30.15	
30		26			26	2		26.13	26.13	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.30-19.45	24			24	2		24.12	24.12	23.55
2		21			21	2		21.10	21.10	
3		21			21	2		21.10	21.10	
4		24			24	2		24.12	24.12	
5		21			21	2		21.10	21.10	
6		21			21	2		21.10	21.10	
7		20			20	2		20.10	20.10	
8		20			20	2		20.10	20.10	
9		25			25	2		25.12	25.12	
10		24			24	2		24.12	24.12	
11		24			24	2		24.12	24.12	
12		23			23	2		23.11	23.11	
13		20			20	2		20.10	20.10	
14		25			25	2		25.12	25.12	
15		21		26	47	2		47.23	47.23	
16		24			24	2		24.12	24.12	
17		23			23	2		23.11	23.11	
18		22			22	2		22.11	22.11	
19		24			24	2		24.12	24.12	
20		22			22	2		22.11	22.11	
21		24			24	2		24.12	24.12	
22		24			24	2		24.12	24.12	
23		22			22	2		22.11	22.11	
24		23			23	2		23.11	23.11	
25		24			24	2		24.12	24.12	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		25			25	2		25.12	25.12	
28		24			24	2		24.12	24.12	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		20			20	2		20.10	20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 1 (Selasa, 3 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.45-20.00	24			24	2		24.12	24.12	25.02
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		21			21	2		21.10	21.10	
4		24			24	2		24.12	24.12	
5		21			21	2		21.10	21.10	
6		21			21	2		21.10	21.10	
7		30			30	2		30.15	30.15	
8		28			28	2		28.14	28.14	
9		28			28	2		28.14	28.14	
10		27			27	2		27.13	27.13	
11		26			26	2		26.13	26.13	
12		26			26	2		26.13	26.13	
13		25			25	2		25.12	25.12	
14		25			25	2		25.12	25.12	
15		24			24	2		24.12	24.12	
16		24			24	2		24.12	24.12	
17		23			23	2		23.11	23.11	
18		23			23	2		23.11	23.11	
19		24			24	2		24.12	24.12	
20		23			23	2		23.11	23.11	
21		24			24	2		24.12	24.12	
22		24			24	2		24.12	24.12	
23		23			23	2		23.11	23.11	
24		23			23	2		23.11	23.11	
25		24			24	2		24.12	24.12	
26		28			28	2		28.14	28.14	
27		28			28	2		28.14	28.14	
28		27			27	2		27.13	27.13	
29		28			28	2		28.14	28.14	
30		28			28	2		28.14	28.14	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.00- 18.15	24			24	1	24.12		24.12	21.98
2		25			25	1	25.12		25.12	
3		24		25	49	1	49.24		49.24	
4		22			22	1	22.11		22.11	
5		21			21	1	21.10		21.10	
6		20			20	1	20.10		20.10	
7		22			22	1	22.11		22.11	
8		22			22	1	22.11		22.11	
9		20			20	1	20.10		20.10	
10		22			22	1	22.11		22.11	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		23			23	1	23.11		23.11	
13		22			22	1	22.11		22.11	
14		20			20	1	20.10		20.10	
15		20			20	1	20.10		20.10	
16		19			19	1	19.09		19.09	
17		19			19	1	19.09		19.09	
18		20			20	1	20.10		20.10	
19		20			20	1	20.10		20.10	
20		22			22	1	22.11		22.11	
21		20			20	1	20.10		20.10	
22		20			20	1	20.10		20.10	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		20			20	1	20.10		20.10	
25		20			20	1	20.10		20.10	
26		21			21	1	21.10		21.10	
27		21			21	1	21.10		21.10	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.15- 18.30	20		20	40	1	40.20		40.20	22.98
2		20		20	40	1	40.20		40.20	
3		21			21	1	21.10		21.10	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		22			22	1	22.11		22.11	
6		23			23	1	23.11		23.11	
7		23			23	1	23.11		23.11	
8		22			22	1	22.11		22.11	
9		21			21	1	21.10		21.10	
10		20			20	1	20.10		20.10	
11		21			21	1	21.10		21.10	
12		22			22	1	22.11		22.11	
13		21			21	1	21.10		21.10	
14		20			20	1	20.10		20.10	
15		20			20	1	20.10		20.10	
16		21			21	1	21.10		21.10	
17		22			22	1	22.11		22.11	
18		22			22	1	22.11		22.11	
19		21			21	1	21.10		21.10	
20		21			21	1	21.10		21.10	
21		20			20	1	20.10		20.10	
22		20			20	1	20.10		20.10	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		21			21	1	21.10		21.10	
25		22			22	1	22.11		22.11	
26		27			27	1	27.13		27.13	
27		24			24	1	24.12		24.12	
28		24			24	1	24.12		24.12	
29		22			22	1	22.11		22.11	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		22		22	44	1	44.22		44.22	
2		23			23	1	23.11		23.11	
3		24			24	1	24.12		24.12	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		25			25	1	25.12		25.12	
6		26			26	1	26.13		26.13	
7		26			26	1	26.13		26.13	
8		26			26	1	26.13		26.13	
9		25			25	1	25.12		25.12	
10		22			22	1	22.11		22.11	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		24			24	1	24.12		24.12	
13		22			22	1	22.11		22.11	
14		21			21	1	21.10		21.10	
15	18.30-	22			22	1	22.11		22.11	22.98
16	18.45	23			23	1	23.11		23.11	
17		24			24	1	24.12		24.12	
18		23			23	1	23.11		23.11	
19		21			21	1	21.10		21.10	
20		20			20	1	20.10		20.10	
21		19			19	1	19.09		19.09	
22		19			19	1	19.09		19.09	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		20			20	1	20.10		20.10	
25		20			20	1	20.10		20.10	
26		20			20	1	20.10		20.10	
27		22			22	1	22.11		22.11	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.45- 19.00	26			26	1	26.13		26.13	28.94
2		25			25	1	25.12		25.12	
3		25			25	1	25.12		25.12	
4		25			25	1	25.12		25.12	
5		21			21	1	21.10		21.10	
6		35			35	1	35.17		35.17	
7		36		29	65	1	65.32		65.32	
8		30		30	60	1	60.30		60.30	
9		29			29	1	29.14		29.14	
10		28			28	1	28.14		28.14	
11		28			28	1	28.14		28.14	
12		27			27	1	27.13		27.13	
13		27			27	1	27.13		27.13	
14		26			26	1	26.13		26.13	
15		26			26	1	26.13		26.13	
16		25			25	1	25.12		25.12	
17		23			23	1	23.11		23.11	
18		24			24	1	24.12		24.12	
19		25			25	1	25.12		25.12	
20		25			25	1	25.12		25.12	
21		26			26	1	26.13		26.13	
22		27			27	1	27.13		27.13	
23		27			27	1	27.13		27.13	
24		28			28	1	28.14		28.14	
25		26			26	1	26.13		26.13	
26		27			27	1	27.13		27.13	
27		28			28	1	28.14		28.14	
28		27			27	1	27.13		27.13	
29		27			27	1	27.13		27.13	
30		26			26	1	26.13		26.13	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.00- 19.15	28			28	2			28.14	31.05
2		29			29	2			29.14	
3		29			29	2			29.14	
4		30			30	2			30.15	
5		34			34	2			34.17	
6		30			30	2			30.15	
7		30			30	2			30.15	
8		28			28	2			28.14	
9		26			26	2			26.13	
10		25			25	2			25.12	
11		26			26	2			26.13	
12		27			27	2			27.13	
13		28			28	2			28.14	
14		29			29	2			29.14	
15		30			30	2			30.15	
16		34			34	2			34.17	
17		35			35	2			35.17	
18		36			36	2			36.18	
19		37			37	2			37.18	
20		38			38	2			38.19	
21		39			39	2			39.19	
22		37			37	2			37.18	
23		36			36	2			36.18	
24		28			28	2			28.14	
25		30			30	2			30.15	
26		32			32	2			32.16	
27		32			32	2			32.16	
28		30			30	2			30.15	
29		28			28	2			28.14	
30		26			26	2			26.13	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		20			20	1	20.10		20.10	
2		22			22	1	22.11		22.11	
3		28			28	1	28.14		28.14	
4		30			30	1	30.15		30.15	
5		32			32	1	32.16		32.16	
6		31			31	1	31.15		31.15	
7		30			30	1	30.15		30.15	
8		29			29	1	29.14		29.14	
9		28			28	1	28.14		28.14	
10		28			28	1	28.14		28.14	
11		27			27	1	27.13		27.13	
12		26			26	1	26.13		26.13	
13		27			27	1	27.13		27.13	
14		28			28	1	28.14		28.14	
15	19.15-	27			27	1	27.13		27.13	
16	19.30	27			27	1	27.13		27.13	
17		26			26	1	26.13		26.13	
18		24			24	1	24.12		24.12	
19		20			20	1	20.10		20.10	
20		27			27	1	27.13		27.13	
21		28			28	1	28.14		28.14	
22		25			25	1	25.12		25.12	
23		20			20	1	20.10		20.10	
24		25			25	1	25.12		25.12	
25		27			27	1	27.13		27.13	
26		28			28	1	28.14		28.14	
27		20			20	1	20.10		20.10	
28		22			22	1	22.11		22.11	
29		22			22	1	22.11		22.11	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		17			17	1	17.08		17.08	23.85
2		18			18	1	18.09		18.09	
3		22			22	1	22.11		22.11	
4		24			24	1	24.12		24.12	
5		20			20	1	20.10		20.10	
6		24			24	1	24.12		24.12	
7		25			25	1	25.12		25.12	
8		22			22	1	22.11		22.11	
9		22			22	1	22.11		22.11	
10		22			22	1	22.11		22.11	
11		22			22	1	22.11		22.11	
12		23			23	1	23.11		23.11	
13		25			25	1	25.12		25.12	
14		27			27	1	27.13		27.13	
15	19.30-	28			28	1	28.14		28.14	
16	19.45	29			29	1	29.14		29.14	
17		28			28	1	28.14		28.14	
18		27			27	1	27.13		27.13	
19		26			26	1	26.13		26.13	
20		23			23	1	23.11		23.11	
21		23			23	1	23.11		23.11	
22		22			22	1	22.11		22.11	
23		24			24	1	24.12		24.12	
24		21			21	1	21.10		21.10	
25		22			22	1	22.11		22.11	
26		23			23	1	23.11		23.11	
27		24			24	1	24.12		24.12	
28		25			25	1	25.12		25.12	
29		26			26	1	26.13		26.13	
30		28			28	1	28.14		28.14	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Utara-Selatan.

Pensurvei : Krisna Pitaloka.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap Uk	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.45-20.00	24			24	1	24.12		24.12	22.95
2		20			20	1	20.10		20.10	
3		22			22	1	22.11		22.11	
4		23			23	1	23.11		23.11	
5		23			23	1	23.11		23.11	
6		22			22	1	22.11		22.11	
7		22			22	1	22.11		22.11	
8		20			20	1	20.10		20.10	
9		22			22	1	22.11		22.11	
10		20			20	1	20.10		20.10	
11		20			20	1	20.10		20.10	
12		20			20	1	20.10		20.10	
13		20			20	1	20.10		20.10	
14		23			23	1	23.11		23.11	
15		23			23	1	23.11		23.11	
16		24			24	1	24.12		24.12	
17		26			26	1	26.13		26.13	
18		29			29	1	29.14		29.14	
19		21		21	42	1	42.21		42.21	
20		29			29	1	29.14		29.14	
21		20			20	1	20.10		20.10	
22		22			22	1	22.11		22.11	
23		22			22	1	22.11		22.11	
24		23			23	1	23.11		23.11	
25		22			22	1	22.11		22.11	
26		22			22	1	22.11		22.11	
27		20			20	1	20.10		20.10	
28		20			20	1	20.10		20.10	
29		20			20	1	20.10		20.10	
30		20			20	1	20.10		20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.00-18.15	25			25	2		25.12	25.12	22.71
2		24			24	2		24.12	24.12	
3		22			22	2		22.11	22.11	
4		23			23	2		23.11	23.11	
5		22			22	2		22.11	22.11	
6		22			22	2		22.11	22.11	
7		22			22	2		22.11	22.11	
8		20			20	2		20.10	20.10	
9		20			20	2		20.10	20.10	
10		20			20	2		20.10	20.10	
11		22			22	2		22.11	22.11	
12		23			23	2		23.11	23.11	
13		22			22	2		22.11	22.11	
14		20			20	2		20.10	20.10	
15		20			20	2		20.10	20.10	
16		20			20	2		20.10	20.10	
17		20		20	40	2		40.20	40.20	
18		25			25	2		25.12	25.12	
19		25			25	2		25.12	25.12	
20		24			24	2		24.12	24.12	
21		22			22	2		22.11	22.11	
22		23			23	2		23.11	23.11	
23		23			23	2		23.11	23.11	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		20			20	2		20.10	20.10	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		20			20	2		20.10	20.10	
28		22			22	2		22.11	22.11	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		23			23	2		23.11	23.11	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		22			22	2		22.11	22.11	22.88
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		20			20	2		20.10	20.10	
4		20			20	2		20.10	20.10	
5		19			19	2		19.09	19.09	
6		25			25	2		25.12	25.12	
7		26			26	2		26.13	26.13	
8		28			28	2		28.14	28.14	
9		26			26	2		26.13	26.13	
10		25			25	2		25.12	25.12	
11		23			23	2		23.11	23.11	
12		24			24	2		24.12	24.12	
13		27			27	2		27.13	27.13	
14		25			25	2		25.12	25.12	
15	18.15-	22			22	2		22.11	22.11	
16	18.30	23			23	2		23.11	23.11	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		18			18	2		18.09	18.09	
19		19			19	2		19.09	19.09	
20		20			20	2		20.10	20.10	
21		20			20	2		20.10	20.10	
22		22			22	2		22.11	22.11	
23		22			22	2		22.11	22.11	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		24			24	2		24.12	24.12	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		25			25	2		25.12	25.12	
28		24			24	2		24.12	24.12	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		23			23	2		23.11	23.11	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		22			22	2		22.11	22.11	22.98
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		20			20	2		20.10	20.10	
4		20			20	2		20.10	20.10	
5		20			20	2		20.10	20.10	
6		23			23	2		23.11	23.11	
7		24			24	2		24.12	24.12	
8		25			25	2		25.12	25.12	
9		24			24	2		24.12	24.12	
10		25			25	2		25.12	25.12	
11		23			23	2		23.11	23.11	
12		24			24	2		24.12	24.12	
13		25			25	2		25.12	25.12	
14		24			24	2		24.12	24.12	
15	18.30-	22		22	44	2		44.22	44.22	
16	18.45	23			23	2		23.11	23.11	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		18			18	2		18.09	18.09	
19		19			19	2		19.09	19.09	
20		20			20	2		20.10	20.10	
21		20			20	2		20.10	20.10	
22		22			22	2		22.11	22.11	
23		22			22	2		22.11	22.11	
24		22			22	2		22.11	22.11	
25		22			22	2		22.11	22.11	
26		20			20	2		20.10	20.10	
27		22			22	2		22.11	22.11	
28		23			23	2		23.11	23.11	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		21			21	2		21.10	21.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	18.45-19.00	24			24	2		24.12	24.12	25.90
2		23			23	2		23.11	23.11	
3		31			31	2		31.15	31.15	
4		21			21	2		21.10	21.10	
5		20			20	2		20.10	20.10	
6		20			20	2		20.10	20.10	
7		24			24	2		24.12	24.12	
8		25			25	2		25.12	25.12	
9		23			23	2		23.11	23.11	
10		23			23	2		23.11	23.11	
11		20			20	2		20.10	20.10	
12		23			23	2		23.11	23.11	
13		23			23	2		23.11	23.11	
14		22			22	2		22.11	22.11	
15		22			22	2		22.11	22.11	
16		20			20	2		20.10	20.10	
17		20			20	2		20.10	20.10	
18		20			20	2		20.10	20.10	
19		35			35	2		35.17	35.17	
20		35			35	2		35.17	35.17	
21		34			34	2		34.17	34.17	
22		34			34	2		34.17	34.17	
23		32			32	2		32.16	32.16	
24		32			32	2		32.16	32.16	
25		31			31	2		31.15	31.15	
26		30			30	2		30.15	30.15	
27		28			28	2		28.14	28.14	
28		28			28	2		28.14	28.14	
29		25			25	2		25.12	25.12	
30		25			25	2		25.12	25.12	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.00-19.15	28			28	2		28.14	28.14	30.89
2		29			29	2		29.14	29.14	
3		29			29	2		29.14	29.14	
4		30			30	2		30.15	30.15	
5		34			34	2		34.17	34.17	
6		30			30	2		30.15	30.15	
7		30			30	2		30.15	30.15	
8		28			28	2		28.14	28.14	
9		26			26	2		26.13	26.13	
10		25			25	2		25.12	25.12	
11		24			24	2		24.12	24.12	
12		28			28	2		28.14	28.14	
13		28			28	2		28.14	28.14	
14		28			28	2		28.14	28.14	
15		30			30	2		30.15	30.15	
16		34			34	2		34.17	34.17	
17		35			35	2		35.17	35.17	
18		36			36	2		36.18	36.18	
19		37			37	2		37.18	37.18	
20		38			38	2		38.19	38.19	
21		37			37	2		37.18	37.18	
22		36			36	2		36.18	36.18	
23		36			36	2		36.18	36.18	
24		28			28	2		28.14	28.14	
25		30			30	2		30.15	30.15	
26		32			32	2		32.16	32.16	
27		32			32	2		32.16	32.16	
28		30			30	2		30.15	30.15	
29		28			28	2		28.14	28.14	
30		26			26	2		26.13	26.13	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk 1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1	19.15- 19.30	24		20	44	2		44.22	44.22	28.01
2		24			24	2		24.12	24.12	
3		25			25	2		25.12	25.12	
4		27			27	2		27.13	27.13	
5		26			26	2		26.13	26.13	
6		28			28	2		28.14	28.14	
7		28			28	2		28.14	28.14	
8		29			29	2		29.14	29.14	
9		28			28	2		28.14	28.14	
10		28			28	2		28.14	28.14	
11		27			27	2		27.13	27.13	
12		29			29	2		29.14	29.14	
13		28			28	2		28.14	28.14	
14		27			27	2		27.13	27.13	
15		27			27	2		27.13	27.13	
16		25			25	2		25.12	25.12	
17		26			26	2		26.13	26.13	
18		28			28	2		28.14	28.14	
19		29			29	2		29.14	29.14	
20		29			29	2		29.14	29.14	
21		28			28	2		28.14	28.14	
22		27			27	2		27.13	27.13	
23		28			28	2		28.14	28.14	
24		28			28	2		28.14	28.14	
25		27			27	2		27.13	27.13	
26		28			28	2		28.14	28.14	
27		29			29	2		29.14	29.14	
28		28			28	2		28.14	28.14	
29		27			27	2		27.13	27.13	
30		24			24	2		24.12	24.12	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk 1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		23			23	2		23.11	23.11	23.55
2		21			21	2		21.10	21.10	
3		20			20	2		20.10	20.10	
4		23			23	2		23.11	23.11	
5		22			22	2		22.11	22.11	
6		21			21	2		21.10	21.10	
7		20			20	2		20.10	20.10	
8		24			24	2		24.12	24.12	
9		26			26	2		26.13	26.13	
10		24			24	2		24.12	24.12	
11		22			22	2		22.11	22.11	
12		21			21	2		21.10	21.10	
13		20			20	2		20.10	20.10	
14		24			24	2		24.12	24.12	
15	19.30-	23		23	46	2		46.23	46.23	
16	19.45	22			22	2		22.11	22.11	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		23			23	2		23.11	23.11	
19		23			23	2		23.11	23.11	
20		22			22	2		22.11	22.11	
21		23			23	2		23.11	23.11	
22		24			24	2		24.12	24.12	
23		25			25	2		25.12	25.12	
24		24			24	2		24.12	24.12	
25		23			23	2		23.11	23.11	
26		24			24	2		24.12	24.12	
27		24			24	2		24.12	24.12	
28		23			23	2		23.11	23.11	
29		22			22	2		22.11	22.11	
30		20			20	2		20.10	20.10	

Lanjutan Lampiran 1. Data Kecepatan

Data Kecepatan Hari 2 (Sabtu, 7 Mei 2016)

Pukul : 18.00-20.00.

Lokasi : jalan Timoho Yogyakarta.

Arah : Arah Selatan-Utara.

Pensurvei : Hengki Pranata.

Jarak Tembak: 20 meter.

No	Waktu	Uo			U0	Lajur	Uk 1	Uk2	Rekap UK	Uk Rata - Rata
		LV	MC	HV						
1		20			20	2		20.10	20.10	25.96
2		22			22	2		22.11	22.11	
3		23			23	2		23.11	23.11	
4		24			24	2		24.12	24.12	
5		25			25	2		25.12	25.12	
6		26			26	2		26.13	26.13	
7		27			27	2		27.13	27.13	
8		28			28	2		28.14	28.14	
9		28			28	2		28.14	28.14	
10		27			27	2		27.13	27.13	
11		26			26	2		26.13	26.13	
12		25			25	2		25.12	25.12	
13		25			25	2		25.12	25.12	
14		26			26	2		26.13	26.13	
15	19.45- 20.00	24			24	2		24.12	24.12	
16		25			25	2		25.12	25.12	
17		24			24	2		24.12	24.12	
18		23			23	2		23.11	23.11	
19		24			24	2		24.12	24.12	
20		23			23	2		23.11	23.11	
21		24			24	2		24.12	24.12	
22		24			24	2		24.12	24.12	
23		23	23		46	2		46.23	46.23	
24		23			23	2		23.11	23.11	
25		24			24	2		24.12	24.12	
26		28			28	2		28.14	28.14	
27		28			28	2		28.14	28.14	
28		27			27	2		27.13	27.13	
29	28			28	2		28.14	28.14		
30	28			28	2		28.14	28.14		