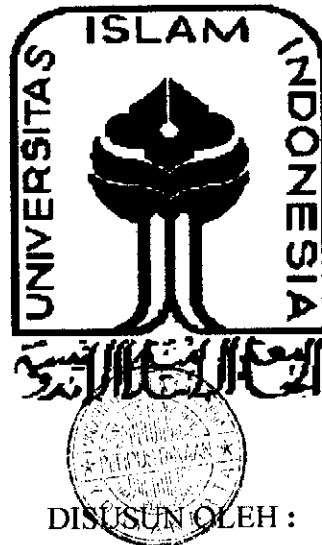


PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HASIL BELAJAR	
TGL TERIMA :	22 Februari 2007
NO. JUDUL :	002242
NO. INV. :	5120002292001
NO. BUK.	

TUGAS AKHIR

**PENGARUH LAMA PENUTUPAN PINTU KERETA API
TERHADAP PANJANG ANTRIAN DAN TUNDAAN
KENDARAAN : APLIKASI TEORI GELOMBANG KEJUT
PADA RUAS JALAN MOJO BACIRO
YOGYAKARTA**



SOLIMIN

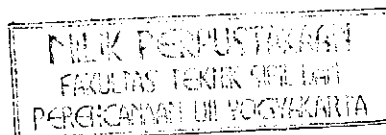
00 511 028

INDIYOKO NARUSIANTO

00 511 152

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2006



TUGAS AKHIR

**PENGARUH LAMA PENUTUPAN PINTU KERETA API
TERHADAP PANJANG ANTRIAN DAN TUNDAAN
KENDARAAN : APLIKASI TEORI GELOMBANG KEJUT
PADA RUAS JALAN MOJO BACIRO**

YOGYAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Disusun oleh :

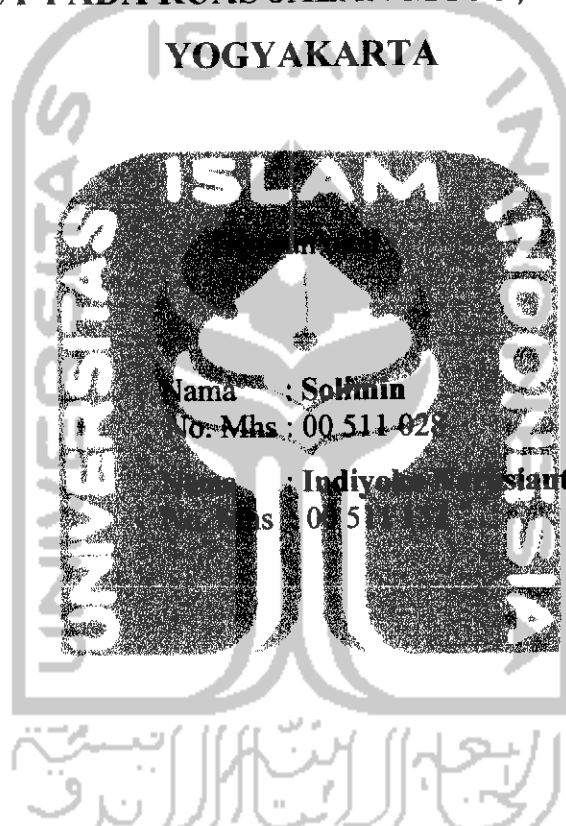
SOLIMIN	00 511 028
INDIYOKO NARUSIANTO	00 511 152

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2006

Lembar Pengesahan

TUGAS AKHIR
PENGARUH LAMA PENUTUPAN PINTU LINTASAN
KERETA API TERHADAP PANJANG ANTRIAN DAN
TUNDAAN KENDARAAN : APLIKASI TEORI GELOMBANG
KEJUT PADA RUAS JALAN MOJO, BACIRO,



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H Bachnas, MSc.
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 24 Nov 2006

Berlian Kushari, ST, M.Eng
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 24/11-06

HALAMAN PERSEMBAHAN



Tugas Akhir ini kami persembahkan untuk :

- 1. Keluarga yang senantiasa memberikan dorongan serta doanya.**
- 2. Kepada yang kami sayangi dan menyayangi kami.**
- 3. Almamater Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.**

4. Bapak Berlian Kushari, ST, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Rizki Budi Utomo, ST,MT, selaku Dosen Penguji
6. Teman – teman satu perjuangan angkatan 2000.
7. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dan turut berperan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu penyusun sangat mengharapkan saran serta kritik yang membangun. Semoga amal yang telah diberikan dapat diterima oleh Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang melimpah.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Billahittaufiq wal hidayah

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, November 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu Tentang Pengaruh Lintasan Kereta Api Sebidang	7
2.2. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1. Metode <i>Shock Wave</i>	11
3.2. Tundaan (<i>Delay</i>)	16
3.3. Model <i>Greenshield</i> (1935)	17
3.4. Regresi Linier	23
3.5. Kapasitas Jalan	24

3.6. Uji T (T - test)	25
BAB IV METODE PENELITIAN	27
4.1. Peralatan	27
4.2. Data Penelitian	27
4.3. Jadwal Penelitian	29
4.4. Pelaksanaan Penelitian	29
4.5. Analisis Data.....	31
4.6. Alur Penelitian	32
BAB V PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS	34
5.1. Pengumpulan Data	34
5.1.1. Data Sekunder.....	34
5.1.2. Data Primer	35
5.1.1.1. Data Geometri Jalan	35
5.1.1.2. Analisis Data Primer.....	36
a. Hubungan Volume dengan Arus Lalu Lintas	36
b. Lama Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api	37
c. Hasil Survey Kepadatan pada Kondisi Macet Total	37
d. Hasil Survey Panjang Antrian	38
e. Analisis Hubungan Kecepatan, Arus, dan Kepadatan	39
f. Analisis dengan Metode <i>Shock Wave</i>	44
g. Berbagai Bentuk <i>Shock Wave</i> Akibat Pengeroperasian Pintu Lintasan Kereta Api	48
h. Tundaan	48
i. Uji T (Panjang Antrian dan Tundaan)	49
j. Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Tundaan dan Panjang Antrian	52
5.2. Pembahasan	56

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1. Kesimpulan	61
6.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Nilai dan Grafik <i>Shock Wave</i> serta Waktu Penormalan akibat Pengoperasian Pintu Lintasan Kereta Api.	67
Lampiran 2	Jadwal Kedatangan dan Keberangkatan Kereta Api.....	72
Lampiran 3	Tabel Nilai – Nilai Dalam Distribusi t.....	76
Lampiran 4	Tabel Nilai – Nilai r <i>Product Moment</i>	78
Lampiran 5	Kartu Peserta Tugas Akhir.....	79



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Dasar antara Penelitian yang Dilakukan dengan Penelitian Sebelumnya	10
Tabel 5.1	Data Lapangan	38
Tabel 5.2	Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Panjang Antrian.....	38
Tabel 5.3	Nilai Variabel Arus, Kecepatan, Kepadatan	40
Tabel 5.4	Hubungan Variabel Lalu Lintas	43
Tabel 5.5	Nilai Variabel Lalu Lintas	44
Tabel 5.6	Nilai Variabel Lalu Lintas untuk <i>Shock Wave</i>	45
Tabel 5.7	Nilai Panjang Antrian dan Tundaan	49
Tabel 5.8	Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Tundaan dan Panjang Antrian	52
Tabel 5.9	Hasil Regresi Statistik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api dengan Panjang Antrian	53
Tabel 5.10	Hasil Regresi Statistik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan Kereta Api dengan Tundaan	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Potongan Melintang Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta.....	5
Gambar 1.2	Denah Lokasi Penelitian	6
Gambar 3.1	Analisa Dasar <i>Shock Wave</i> (Wohl and Martin 1967)	12
Gambar 3.2	Hubungan Matematis antara Kecepatan, Arus, Kepadatan (Wohl and Martin 1967, Pignataro 1973, Salter 1978, Hobbs 1979)	19
Gambar 4.1	Alur Penelitian	33
Gambar 5.1.a	Grafik Hubungan antara Arus dan Kepadatan.....	42
Gambar 5.1.b	Grafik Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan.....	42
Gambar 5.1.c	Grafik Hubungan antara Kecepatan dan Arus	42
Gambar 5.2	Gambar Perwujudan dan Trayektori <i>Shock Wave</i> pada Ruas Jala Mojo, Baciro, Yogyakarta	47
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dan Panjang Antrian	53
Gambar 5.4	Grafik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dan Tundaan ..	54

ABSTRAKSI

Pertemuan sebidang antara lintasan kereta api dengan jalan merupakan bentuk pertemuan yang sering menimbulkan masalah, yang terjadi pada saat pintu lintasan kereta api menutup. Secara langsung hal tersebut akan menimbulkan antrian yang kemudian secara otomatis tundaan juga akan terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pendekatan dengan menggunakan teori **Shock Wave** dapat digunakan untuk menganalisis panjang antrian dan tundaan pada pertemuan sebidang dengan lintasan kereta api. Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta yang mempunyai arus lalu lintas yang cukup padat.

Dari penelitian ini didapatkan hubungan antara kecepatan (u) dan kepadatan (k) adalah $u_s = 30,67 - 0,249 k$, Arus (q) dan Kecepatan (u) adalah $q = 129,93 u_s - 4,01 u_s^2$ dan Arus (q) dan Kepadatan (k) adalah $q = 30,67 k - 0,249 k^2$, sehingga dengan pendekatan metode **Shock Wave** didapatkan nilai rata – rata panjang antrian akibat penutupan pintu lintasan kereta api sebesar 48,07 meter dan tundaan rata – rata sebesar 2,48 menit / kendaraan, sementara hasil yang didapatkan dari pengamatan di lapangan untuk rata – rata panjang antrian akibat penutupan pintu lintasan kereta api adalah sebesar 14,57 meter dan tundaan rata – rata sebesar 0,24 menit / kendaraan. Setelah dianalisis dengan uji T kesimpulannya adalah bahwa kedua kelompok data tersebut berbeda secara signifikan. Untuk hubungan antara lama penutupan pintu lintasan kereta api dengan panjang antrian diwakili oleh persamaan $y = - 1,4656x + 129,73$ dan untuk hubungan lama penutupan pintu lintasan kereta api dengan tundaan diwakili oleh persamaan $y = - 0,0167x + 1,5546$. Namun demikian berdasarkan uji F , kedua persamaan tersebut memiliki tingkat signifikansi yang rendah. Hal ini berarti antara panjang antrian dan tundaan tidak memiliki hubungan linear dengan penutupan pintu lintasan kereta api.

Kata kunci : **Shock Wave, Panjang Antrian, Tundaan.**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bertambahnya aktifitas masyarakat dan meningkatnya kebutuhan akan transportasi berarti mengakibatkan dibangunnya jaringan jalan yang tidak hanya untuk satu moda transportasi, tetapi untuk berbagai moda transportasi salah satunya untuk kereta api yang berada dalam satu bidang dengan jalan raya.

Pertemuan sebidang antara dua jenis prasarana transportasi seperti jalan raya dengan rel kereta api sering merupakan bentuk pertemuan yang menimbulkan masalah. Pintu kereta api merupakan pembatas antara jalan raya dengan jalan kereta api. Apabila pintu kereta api tersebut difungsikan maka pengguna lalu lintas jalan raya akan mengalami gangguan karena harus menunggu kereta api yang akan lewat. Peranan sistem kontrol pada pertemuan dua jalur prasarana transportasi tersebut (di Indonesia disebut lintasan) saat ini banyak yang telah dioperasikan secara semi otomatis. Permasalahan yang muncul adalah walaupun sistem kontrol tersebut telah dioperasikan dengan benar, apabila volume kendaraan yang akan melewati lintasan kereta api sedemikian besar maka akan menimbulkan tundaan dan panjang antrian kendaraan yang cukup berarti, dan jika hal ini dibiarkan terus maka akan mengganggu kenyamanan bagi para pengguna jalan raya tersebut.

Pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta yang merupakan penghubung antara jalan-jalan penting seperti Jalan Solo, Jalan Gondosuli, Jalan Kopol Bambang Suprpto, dan Jalan Melati, terdapat pertemuan sebidang dengan lintasan kereta api, sehingga sering terjadi kemacetan terutama pada jam – jam sibuk. Hal tersebut juga disebabkan karena arus lalu lintas pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta juga cukup padat. Kondisi saat pintu lintasan kereta api ditutup adalah kondisi dimana pada daerah tersebut mengalami kemacetan total, sehingga terbentuk antrian yang secara otomatis akan menimbulkan tundaan yang cukup lama. Kondisi seperti ini sudah sangat mengganggu pengguna jalan dan terciptanya kondisi lalu lintas yang seharusnya stabil, sehingga diperlukan adanya penelitian terlebih dahulu, yang akhirnya diharapkan dapat menemukan solusi yang terbaik untuk menanggulangi kondisi tersebut. Sebenarnya kasus terjadinya panjang antrian dan tundaan akibat dari pintu lintasan kereta api di dalam ilmu teknik sipil adalah bukan merupakan hal baru, akan tetapi dalam hal ini penulis mencoba untuk mengaplikasikan teori *Shock Wave* dan menguji bagaimana tingkat signifikansi hasil analisis dengan metode *Shock Wave* jika dibandingkan dengan hasil pengamatan langsung di lapangan

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka dapat kita ambil rumusan masalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana kondisi arus lalu lintas yang terjadi pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, yang dalam penelitian ini meliputi :
 - a. panjang antrian,
 - b. tundaan,
 - c. kapasitas jalan.
2. Seberapa besar pengaruh pengoperasian pintu lintasan kereta api (lama penutupan) terhadap tundaan dan antrian lalu lintas yang terjadi.
3. Apakah perilaku arus lalu lintas yang mengalami gangguan akibat pengoperasian pintu lintasan KA dapat diterangkan dengan teori *Shock Wave* (Gelombang Kejut).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membuktikan bahwa pendekatan dengan menggunakan teori *Shock Wave* dapat digunakan.
2. Mengetahui panjang antrian maksimum dan tundaan yang terjadi akibat lamanya penutupan pintu lintasan kereta api
3. Mengetahui seberapa besar hubungan antara lama penutupan dengan tundaan dan panjang antrian

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan akan memberikan masukan yang positif. Secara garis besar maka manfaat itu antara lain sebagai berikut ini.

1. Memberikan masukan secara umum dibidang teknik lalu lintas yang berkaitan dengan analisis *Shock Wave* yang digunakan didalam kasus pertemuan sebidang pada pintu lintasan kereta api.
2. Dapat memberi masukan yang positif bagi pihak PT. KAI maupun Dinas Pekerjaan Umum Sub Dinas Bina Marga, khususnya untuk pertemuan sebidang antara rel kereta api dengan jalan.
3. Sebagai pertimbangan apakah pertemuan sebidang tersebut masih dapat dipertahankan, atau dicari alternatif lain dalam mengatasi permasalahan tersebut.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dan sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, maka diperlukan batasan-batasan penelitian sebagai berikut ini.

1. Untuk panjang antrian dan tundaan hanya dilakukan pada satu arah, yaitu kendaraan yang berasal dari arah Selatan atau lajur sebelah Selatan lintasan kereta api.
2. Metode yang digunakan dalam menganalisa adalah analisis *Shock Wave* (Gelombang Kejut), dengan mengacu pada pemodelan

Greenshield, serta dalam pengujian hipotesisnya menggunakan Uji T (T test).

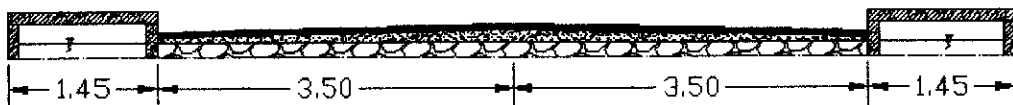
3. Untuk perhitungan volume kendaraan hanya dilakukan pada kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor.
4. Perilaku menyimpang pemakai jalan pada saat penutupan pintu lintasan tidak dihitung.

1.6 Lokasi Penelitian

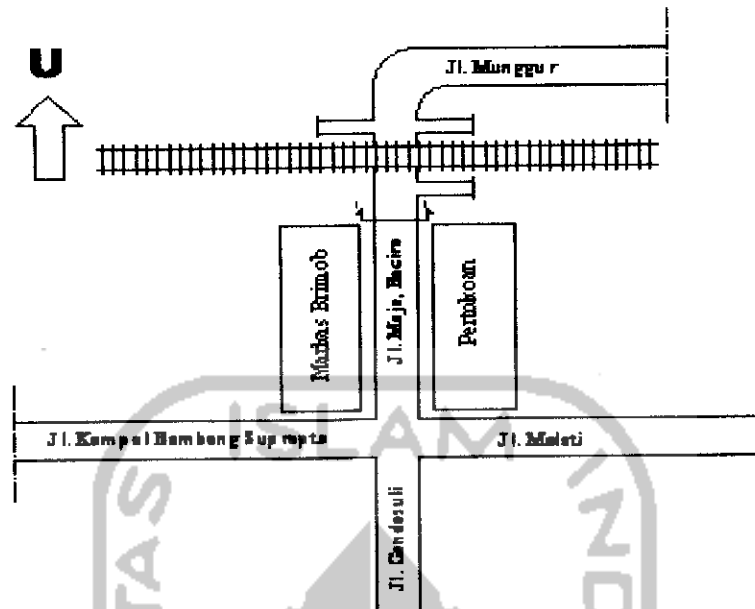
Penelitian ini dilakukan pada pertemuan sebidang jalan dengan rel kereta api pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta dimana jalan tersebut adalah jalan dengan 2 lajur 2 arah tanpa pemisah jalan (2/2 UD). Secara umum keadaan geometri jalan ini cukup baik. Data keadaan geometri Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta dapat dilihat di bawah ini.

- a. Lebar jalan 7 m dengan kereb (tanpa bahu).
- b. Tidak ada median.
- c. Tipe alinyemen datar.

Untuk lebih jelasnya gambar potongan melintang Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta dan denah lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.1 dan 1.2 berikut ini.



Gambar 1.1 Potongan Melintang Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta



Gambar 1.2 Denah Lokasi Penelitian

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرابعة الابتدائية

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu Tentang Pengaruh Lintasan KA Sebidang

Pengaruh bukaan dan penutupan pintu lintasan kereta api terhadap kinerja jalan yang meliputi derajat kejenuhan, waktu tempuh, serta kapasitas jalan dirasakan cukup besar. Pada penelitian ini difokuskan untuk membahas tentang kinerja jalan akibat adanya pertemuan sebidang antara rel kereta api dengan jalan raya. Berangkat dari pemikiran bahwa pengaruh tundaan dan panjang antrian yang terjadi saat pintu lintasan kereta api dioperasikan terhadap ruas jalan sebelumnya juga mempunyai implikasi yang besar terhadap kinerja jalan, serta dalam teori analisis *Shock wave* sendiri belum ada yang secara khusus diaplikasikan pada pembukaan dan penutupan pintu lintasan kereta api. Dengan analisis *Shock wave* dan dengan menggunakan pemodelan Greenshield, diharapkan tundaan dan panjang antrian dapat dihitung secara tepat sesuai kondisi di lapangan, kemudian bagaimana tingkat signifikan dari analisis tersebut, dalam analisis ini digunakan Uji T (T test) yang dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat signifikansi hasil analisis dengan menggunakan pendekatan teori *Shock wave* dan dari hasil pengamatan di lapangan. Dalam hal hubungannya dengan lama penutupan pintu lintasan kereta api maka dapat dibantu dengan menggunakan metode regresi linear. Penelitian ini dilakukan di Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta yang dianggap memiliki tundaan dan panjang antrian yang cukup besar akibat pengaruh lintasan kereta api.

Ada beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai keterkaitan cukup signifikan dengan penelitian ini.

Ardi Susanto dan Rikki Muslih Wirananda (2003) menganalisis perbandingan panjang antrian di lapangan dengan panjang antrian metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia / MKJI (1997) pada simpang bersinyal. Pada penelitian ini didapatkan nilai konstanta arus jenuh dasar yang sesuai kondisi lapangan dengan nilai $k = 654$, serta hubungan panjang antrian di lapangan dengan panjang antrian analisis dengan nilai $k = 654$ dan diperoleh persamaan $y = 0,0078X^2 - 0,1888X + 30,145$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 65,88%.

Sedangkan Bara Hananta Suthan dan Friany Ika Safitri (2005) menganalisis tingkat kinerja jalan pada ruas Jalan Ipda Tut Harsono untuk mengetahui karakteristik panjang antrian dan tundaan yang terjadi akibat variasi lama penutupan pintu lintasan kereta api, serta untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tundaan dan panjang antrian terhadap ruas jalan sebelumnya. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai derajat kejenuhan ($0,65$ untuk daerah hulu dan $0,6$ untuk daerah hilir) $< 0,75$ (syarat MKJI 1997), dengan nilai tersebut maka kinerja jalan masih dalam kondisi baik. Diperoleh angka koefisien korelasi sebesar $0,895$ menunjukkan bahwa lama tundaan sangat dipengaruhi oleh lama penutupan pintu lintasan kereta api

Iwan Arsiawan dan Hilwan Arief (1999) melakukan penelitian pada simpang lima di Palang Joglo, Surakarta dengan menganalisis tingkat kemacetan yang terjadi dengan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia / MKJI (1997). Hasil dari penelitiannya adalah derajat kejenuhan yang terjadi pada

persimpangan melebihi 1 (satu). Dengan keadaan yang demikian, maka tingkat pelayanan pada persimpangan di Palang Joglo termasuk dalam kategori E (rendah).

Arifiyanto (Ekstensi, UGM, 2002) melakukan penelitian pada ruas Jalan Mojo, Yogyakarta yang dilintasi oleh kereta api. Penelitian ini membahas tentang kinerja jalan yang terhalang lintasan kereta api dengan metode gelombang kejut dan metode antrian. Dari penelitian didapat hasil sebagai berikut.

- a. Kecepatan rerata ruang : 30,152 Km/jam
- b. Arus rerata : 430,832 smp/jam
- c. Waktu operasional penutupan lintasan KA : 60,53 detik
- d. Derajat kejenuhan : 0,3
- e. *Level of service* (didasarkan pada kecepatan rerata ruang) : C

Kemudian pada Simposium VIII FTSPT, Universitas Sriwijaya Palembang, 5-6 Desember 2005, pada Simposium tersebut salah satunya merupakan suatu penelitian yang dilakukan oleh : H Mubassirang Pasra, H Nur Ali, Muhammad Isran Ramli, pada Jl. A.P. Pettarani di kota Makasar yang menghubungkan antara Jl. Urip Sumoharjo dengan Jl. St. Alauddin. Penelitian tersebut menggunakan Analisa *Shock Wave* yang diterapkan pada Putaran Balik Arah atau U-Turn pada jalan yang terbagi. Hasil dari penelitian tersebut adalah panjang antrian maksimum terjadi karena tidak normalnya arus lalu lintas (Volume, Kecepatan dan Kepadatan lalu lintas) sebagai akibat dari Putaran Balik Arah atau U-Turn.

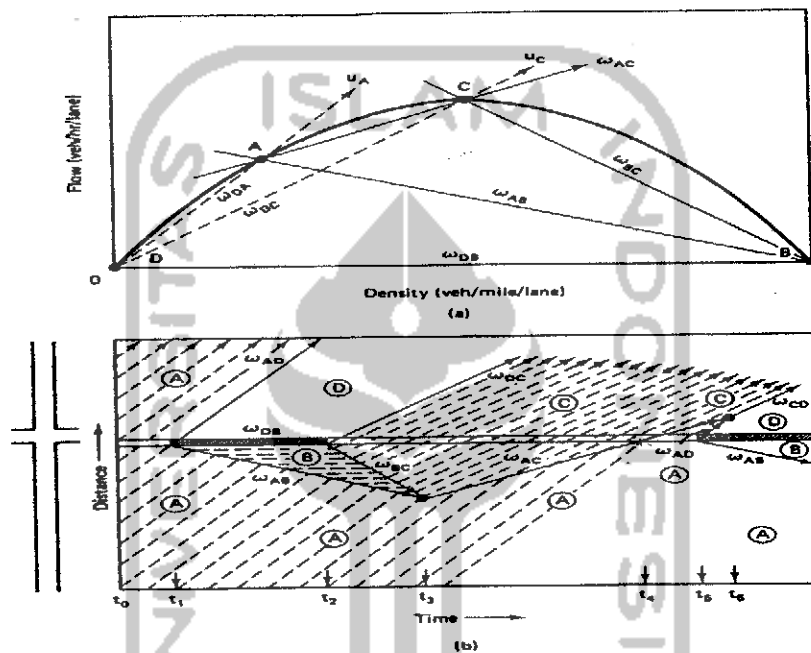
2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Pada penelitian ini kami memfokuskan membahas tentang seberapa jauh teori *Shock wave* dapat digunakan untuk menganalisis panjang antrian dan tundaan yang terjadi akibat penutupan pintu lintasan kereta api pada pertemuan jalan sebidang dengan lintasan kereta api. Penelitian ini dilakukan di Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta yang dianggap memiliki tundaan dan panjang antrian yang cukup besar akibat pengaruh penutupan pintu lintasan kereta api. Secara singkat perbedaan mendasar antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan disajikan dalam tabel berikut ini.

Penelitian Ini	Ardi Susanto dan Rikki Muslih Wirananda (2003)	Bara Hananta Suthan dan Friany Ika Safitri (2005)	Iwan Arsiawan dan Hilwan Arief (1999)	Arifyanto (2002)
Bertujuan untuk membuktikan apakah pendekatan dengan teori <i>Shock Wave</i> dapat diaplikasikan atau tidak.	Menganalisis perbandingan panjang antrian di lapangan dengan panjang antrian analisis dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia / MKJI (1997).	Menganalisis tingkat kinerja jalan tentang panjang antrian dan tundaan akibat variasi lama penutupan pintu lintasan KA menggunakan MKJI (1997)	Menganalisis tingkat kemacetan pada simpang lima dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997).	Membandingkan Teori <i>Shock Wave</i> dan Teori Antrian untuk analisis kinerja jalan.

Tabel 2.1 : Perbedaan Dasar Antara Penelitian Yang Dilakukan dengan Penelitian-Penelitian Sebelumnya.

Dengan membukanya kembali pintu lintasan kereta api tersebut, antrian yang terjadi tidak dapat hilang begitu saja, namun melalui proses yang terjadi secara bertahap dari suatu antrian yang padat sampai dengan keadaan normal kembali. Perwujudan gambar dari analisis *Shock Wave* adalah seperti berikut ini.



Gambar 3.1 : Analisis Dasar *Shock Wave* (Wohl and Martin 1967)

Menurut Ofyar Tamin Z (2003) ada beberapa macam jenis *Shock Wave*, antara lain adalah sebagai berikut ini.

1. *Frontal Stationari Shock Wave* (gelombang kejut diam depan)

Gelombang kejut ini terdapat pada lokasi penyempitan jalur dan menunjukkan bahwa pada lokasi tersebut arus lalu lintas lebih besar dari pada kapasitas jalan.

2. *Backward Forming Shock Wave* (gelombang kejut mundur bentukan).

Gelombang kejut ini terbentuk apabila terjadi kemacetan dan menunjukkan daerah dalam ruang dan waktu dimana kelebihan arus ditampung. Istilah mundur yaitu gelombang kejut akan bergerak kebelakang berlawanan dengan arah gerakan lalu lintas.

3. *Forward Recovery Shock Wave* (gelombang kejut maju pemulihan).

Gelombang kejut ini terbentuk ketika terjadi kemacetan, sedangkan arus lalu lintas berkurang sehingga berada di bawah kapasitas penyempitannya. Istilah maju berarti bahwa selama berlangsungnya waktu gelombang kejut bergerak ke depan searah dengan arah gerakan lalu lintas sehingga kemacetannya dapat dikurangi. Istilah pemulihan berarti mempunyai implikasi bahwa selama berlangsungnya waktu terdapat kondisi lalu lintas bebas pada daerah yang semakin jauh ke hilir.

4. *Rear Stationary Shock Wave* (gelombang kejut diam belakang).

Gelombang kejut ini akan terjadi apabila kedatangan lalu lintas sama dengan kapasitas pada daerah kemacetan selama periode waktu tertentu. Istilah belakang mempunyai implikasi bahwa bagian belakang dari daerah kemacetan kepadatan lebih tinggi di hilir, dan rendah ke hulu. Istilah diam berarti gelombang kejut tidak bergerak selama periode tertentu.

5. *Backward Recovery Shock Wave* (gelombang kejut mundur pemulihan).

Gelombang kejut ini terbentuk ketika kemacetan terjadi tetapi kemudian terjadi peningkatan kapasitas jalan. Istilah mundur berarti gelombang kejut bergerak ke belakang berlawanan dengan arah lalu lintas. Istilah pemulihan mempunyai implikasi bahwa selama berlangsungnya waktu

kondisi arus bebas meningkat, semakin menjauh dari awal lokasi kemacetan.

6. *Forward Forming Shock Wave* (gelombang kejut maju bentukan)

Gelombang kejut ini terbentuk bila terjadi kemacetan dan menunjukkan daerah dalam ruang dan waktu dimana kelebihan arus ditampung. Istilah maju mempunyai implikasi bahwa gelombang kejut bergerak dalam arah yang sama dengan arah lalu lintas. Istilah bentukan berarti bahwa selama terjadi kemacetan terjadi peningkatan kecepatan pada tempat yang seakan jauh ke arah hilir.

Shock Wave dapat dianalisis jika hubungan arus-kepadatan dari pendekat diketahui dan jika kondisi arus dari lalu lintas yang mendekat ditetapkan.

Gambar 3.1 diatas adalah gambar dasar dari analisis *Shock Wave*, kendaraan pertama dari kondisi arus A mencapai titik bukaan pada saat t_1 , dan sesaat setelah t_1 terjadinya gelombang kejut akibat antrian kendaraan yang ditandai dengan sinyal lampu rem kendaraan yang saling beriringan sampai pada iringan kendaraan terakhir pada saat t_2 dalam kondisi arus B. Dari kondisi tersebut pertama akan terbentuk gelombang kejut AD (ω_{AD}), hal itu karena dengan pintu lintasan kereta api menutup total, maka kondisi D akan terbentuk pada daerah hulu jalan. Kemudian pada saat t_2 gelombang kejut AB (ω_{AB}) terbentuk seiring terbentuknya kondisi arus dan kepadatan lalu lintas pada kondisi B. Gelombang kejut AC, BC, DC (ω_{AC} , ω_{BC} , ω_{DC}) terbentuk setelah pintu lintasan kereta api mulai membuka, sehingga ada perubahan kondisi arus dan

kepadatan dari kondisi A ke C, kemudian kondisi B ke C, dan kondisi D ke C.

Panjang antrian maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Q_M = \frac{r}{3600} \left(\frac{\omega_{BC} \times \omega_{AB}}{\omega_{BC} - \omega_{AB}} \right) \quad (3.1)$$

Dengan :

Q_M = panjang antrian maksimum,

ω_{AB} = kecepatan gelombang kejut AB,

ω_{BC} = kecepatan gelombang kejut BC,

r = lama penutupan pintu lintasan kereta api.

Sedangkan kecepatan gelombang kejut antara dua kondisi adalah sama dengan perubahan dalam arus dibagi dengan perubahan dalam kepadatan.

$$\omega_{AB} = \frac{q_A}{k_B \times k_A} \quad (3.2)$$

$$\omega_{DC} = + u_C = \frac{q_C}{k_C} \quad (3.3)$$

$$\omega_{DA} = + u_A = \frac{q_A}{k_A} \quad (3.4)$$

$$\omega_{DB} = \frac{q_B - q_D}{k_B \times k_D} = 0 \quad (3.5)$$

$$\omega_{BC} = \frac{q_C}{k_C \times k_B} \quad (3.6)$$

Dengan :

ω_{AB} = kecepatan gelombang kejut AB,

ω_{DC} = kecepatan gelombang kejut DC,

kondisi benar-benar berhenti atau berhenti penuh pada kondisi mesin masih hidup. Hal ini dipakai pada bukaan dan penutupan pintu lintasan kereta api.

Tundaan pada saat kendaraan mulai bergerak sampai pada pencapaian kecepatan normal, yaitu apabila kendaraan mengalami percepatan setelah kendaraan menyelesaikan suatu gerakan untuk menambah kecepatan dari kecepatan arus keluar jalan sampai pada kecepatan yang sesuai untuk jalan yang dilalui saat itu. Dengan melihat kondisi pada bukaan pintu rel kereta api serta dengan adanya analisa *Shock Wave* maka tundaan dapat dihitung dengan analisa bahwa t_1 adalah waktu kendaraan berhenti dan t_2 adalah waktu dimana kendaraan mulai bergerak. Dengan melihat diagram antara jarak-waktu serta kecepatan dari *Shock Wave* maka nilai dari tundaan per kendaraan dapat diketahui. Jika n adalah jumlah total kendaraan yang mengantri maka tundaan total dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$T_{\text{total}} = n \cdot \Delta t \quad (3.7)$$

Dengan :

T_{total} = tundaan total kendaraan (menit),

N = jumlah total kendaraan yang mengantri (unit kendaraan),

Δt = $(t_1 - t_2)$.

3.3 Model Greenshield (1935)

Karakteristik arus lalu lintas sangat perlu dipelajari dalam menganalisis arus lalu lintas. Untuk mempresentasikan karakteristik arus lalu lintas dengan baik, dikenal 3 (tiga) parameter utama yang harus

diketahui dimana ketiga parameter itu adalah sebagai berikut ini.

1. Aliran / *Flow* Volume lalu lintas (q) adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam kendaraan/jam. Bila terdapat N kendaraan melintasi garis pengamatan selama waktu T maka volume arus lalu lintas dapat dihitung sebagai berikut ini.

$$q = N / T \quad (3.8)$$

2. Kepadatan / *Density* lalu lintas (k) adalah jumlah kendaraan yang berada dalam satu satuan panjang jalan tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan smp/km
3. Kecepatan / *Speed* lalu lintas (v) adalah jarak yang dapat ditempuh dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam

Hubungan matematis antara ketiga parameter di atas adalah sebagai berikut ini.

$$q = k \cdot v \quad (3.9)$$

Dimana :

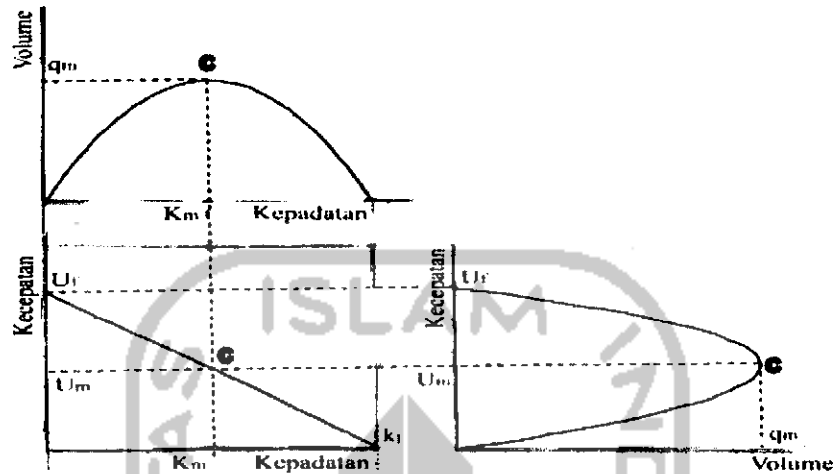
q = arus Lalu Lintas (kend / jam),

k = kepadatan (smp / km),

v = kecepatan (km / jam).

Selain hubungan secara matematis tersebut, hubungan antara ketiga parameter tersebut juga dapat dijelaskan menggunakan Gambar 3.2 yang

memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan ($v-k$), Aliran-Kepadatan ($q-k$), dan Aliran-Kecepatan ($q-v$).



Gambar 3.2 Hubungan Matematis antara Kecepatan, Arus dan Kepadatan (Wohl and Martin 1967, Pignataro 1973, Salter 1978, Hobbs 1979)

Gambar ini memberikan hubungan yang nyata antara Aliran-Kepadatan-Kecepatan ($q-k-v$).

- Aliran (q) = 0 pada kepadatan (k) = 0.
- Aliran (q) = 0 pada kepadatan (k) = maksimum.
- Kecepatan (v) bebas diukur pada kepadatan (k) = 0.
- Aliran (q) dan kepadatan (k) adalah saling berkaitan erat.

Selain hal tersebut di atas, Gambar 3.2 juga memperlihatkan beberapa parameter penting arus lalu lintas lainnya yang dapat di definisikan sebagai berikut ini.

C = Kapasitas atau arus maksimum (kendaraan/jam).

u_m = Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (km/jam).

k_m = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum kecepatan teoritis / *free flow speed* (smp/ km).

k_j = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (smp/km).

u_f = Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati 0 (nol) atau kecepatan arus bebas / kecepatan teoritis / *free flow speed* (km/jam).

Kecepatan arus bebas (U_f) tersebut tidak dapat diamati di lapangan karena kondisi tersebut terjadi pada saat tidak ada kendaraan ($k=0$). Nilai kecepatan arus bebas bisa didapatkan secara matematis yang diturunkan dari hubungan matematis antara arus-kecepatan yang terjadi di lapangan. Data yang bisa dikumpulkan di lapangan dengan melakukan survei lalu lintas adalah arus dan kecepatan lalu lintas. Lalu lintas yang lewat bermacam-macam jenisnya sehingga data arus lalu lintas tersebut harus pula dinyatakan dalam satu satuan tertentu lainnya, yaitu satuan mobil penumpang (smp).

Model yang dapat digunakan untuk merepresentasikan hubungan matematis antara ketiga parameter tersebut antara lain :

- a. model Greenshields,
- b. model Greenberg,
- c. model Underwood.

Dalam penelitian ini, model yang digunakan adalah model Greenshield. Model ini digunakan karena pada penerapannya lebih sederhana dan aplikasinya juga dirasa lebih mudah dibanding model yang lain.

Greenshields (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; dan Hobbs, 1979) merumuskan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan diasumsikan linear, seperti yang dinyatakan dengan persamaan (3.10)

berikut ini.

$$u_s = u_f - \frac{u_f}{k_j} k \quad (3.10)$$

Selanjutnya, hubungan matematis antara Arus-Kepadatan dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar (3.10), dan selanjutnya dengan memasukkan persamaan (3.11) ke persamaan (3.10), maka bisa diturunkan persamaan (3.12) dan (3.13).

$$u = \frac{q}{k} \quad (3.11)$$

$$\frac{q}{k} = u_f - \frac{u_f}{k_j} k \quad (3.12)$$

$$q = k.u_f - \frac{u_f}{k_j} k^2 \quad (3.13)$$

Persamaan (3.13) adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus-Kepadatan. Kondisi arus maksimum (C) bisa didapat pada saat $k = k_m$. Nilai $k = k_m$ bisa didapat melalui persamaan (3.14) dan (3.15).

$$\frac{\partial q}{\partial k} = u_f - \frac{2u_f}{k_j} k_m = 0 \quad (3.14)$$

$$k_m = \frac{k_j}{2} \quad (3.15)$$

Dengan memasukkan persamaan (3.15) ke persamaan (3.13), maka nilai C

bisa didapat seperti terlihat dalam persamaan (3.16) berikut ini.

$$C = q_m = \frac{k_j \cdot u_f}{4} \quad (3.16)$$

Selanjutnya, hubungan matematis antara Arus-Kecepatan dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar (3.9), dan dengan memasukkan persamaan (3.17) ke persamaan (3.10), maka bisa diturunkan melalui persamaan (3.18)-(3.20).

$$k = \frac{q}{u_s} \quad (3.17)$$

$$u_s = u_f - \frac{u_f}{k_j} \cdot \frac{q}{u_s} \quad (3.18)$$

$$\frac{u_f}{k_j} \cdot \frac{q}{u_s} = u_f - u_s \quad (3.19)$$

$$q = k_j u_s - \frac{k_j}{u_f} u_s^2 \quad (3.20)$$

Persamaan (3.20) adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus-Kecepatan. Kondisi arus maksimum (C) bisa didapat pada saat arus $u_s = u_m$. Nilai $u_s = u_m$ bisa didapat melalui persamaan (3.21) - (3.22).

$$\frac{\partial q}{\partial k} = k_j - \frac{2k_j}{u_f} u_m = 0 \quad (3.21)$$

$$u_m = \frac{u_f}{2} \quad (3.22)$$

Dengan memasukkan persamaan (3.22) ke persamaan (3.20), maka nilai C bisa

didapat seperti terlihat dalam persamaan (3.23) berikut ini.

$$C = q_m = \frac{k_j u_f}{4} \quad (3.23)$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa $C = q_m$ dapat dicapai pada kondisi $u_s = u_m$ dan $k = k_m$

3.4 Regresi Linier

Menurut Ofyar Tamin Z (2003) untuk menganalisis dua variabel numerik atau lebih, termasuk hubungan antara yang keduanya dilakukan dengan menggunakan perhitungan regresi linier. Dari analisis regresi diperoleh suatu persamaan regresi yaitu suatu rumus matematika untuk mencari nilai *dependent variable* dari nilai *independent variable* yang diketahui.

Analisis regresi sederhana diberikan dalam persamaan berikut ini.

$$Y = a + bX \quad (3.24)$$

Dengan :

Y = *variable dependent*,

X = *variable independent*,

a = konstanta regresi,

b = koefisien variabel x .

Nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum X \times Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3.25)$$

$$b = \frac{N(\sum X \times Y) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3.26)$$

Dengan :

N = jumlah data yang digunakan sebagai sampel,

X = nilai variabel X,

Y = nilai variabel Y.

Dalam analisis regresi linier diperoleh beberapa ukuran untuk mengetahui validitas dan tingkat signifikansi model-model yang dibuat. Ukuran statistik yang dihasilkan adalah nilai koefisien korelasi (r), koefisien determinasi (R^2), dan kesalahan (*standart error*).

3.5 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia / MKJI (1997) dapat didefinisikan sebagai arus maksimum per jam yang dapat dipertahankan untuk melewati suatu titik di jalan dengan kondisi yang ada. Kapasitas merupakan ukuran kinerja pada kondisi yang bervariasi, dapat diterapkan pada suatu lokasi tertentu atau pada suatu jaringan jalan yang sangat kompleks dan dinyatakan dalam smp/jam.

Kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times F_{cs} \quad (3.27)$$

Dengan :

C = kapasitas (smp/jam),

C_o = kapasitas dasar (smp/jam),

FC_w = faktor penyesuaian lebar jalan,

FC_{st} = faktor penyesuaian pemisah arah,

FC_{sf} = faktor penyesuaian hambatan samping,

F_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota.

Selain definisi di atas menurut *Greenshield* (1935) nilai kapasitas jalan juga dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$C = \frac{U_f \times K_j}{4} \quad (3.28)$$

Dengan :

U_f = kecepatan maksimum (km / jam),

K_j = kepadatan rata - rata (smp / km),

C = kapasitas jalan (smp / jam).

3.8 Uji T (T test)

T test merupakan statistik parametric yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata – rata dua sampel bila datanya berbentuk interval atau rasio.

Rumusan t – test yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi ditunjukkan dengan persamaan 3.26 berikut ini.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \quad (3.29)$$

Dengan :

\bar{x}_1 = rata - rata sampel 1,

\bar{x}_2 = rata - rata sampel 2,

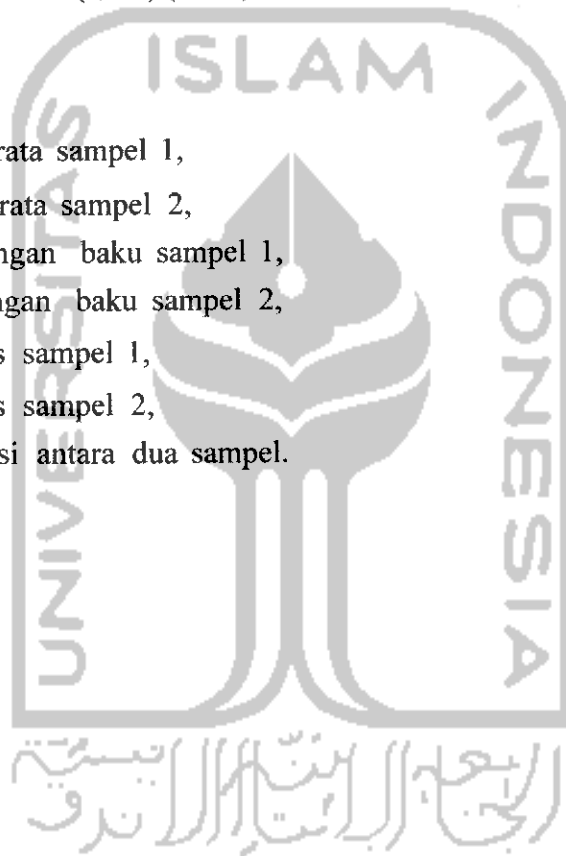
s_1 = simpangan baku sampel 1,

s_2 = simpangan baku sampel 2,

s_1^2 = varians sampel 1,

s_2^2 = varians sampel 2,

r = korelasi antara dua sampel.



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survey di lapangan untuk memperoleh data (primer) dan menginventarisir data sekunder yang merujuk pada instansi terkait.

4.1 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *stopwatch*,
2. meteran,
3. *counter*,
4. *handycam*,
5. *tripod*,
6. alat tulis dan formulir pencatat data.

4.2 Data Penelitian

Data penelitian merupakan data masukan sebagai bahan dalam penelitian.

Data – data yang diperlukan dalam analisa *Shock Wave* terdiri dari data-data berikut ini.

1. Data primer

Adalah data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung di lapangan seperti berikut ini.

a. Kondisi geometrik

Bahasan mengenai kondisi geometrik meliputi :

I. Rencana situasi

Membuat sketsa segmen jalan dengan menggunakan formulir yang terdiri dari : arah mata angin, patok kilometer sebagai tanda lokasi segmen jalan, akses keluar masuk sepanjang segmen, marka jalan.

II. Penampang melintang jalan

Membuat sketsa penampang melintang segmen jalan yang terdiri dari lebar lajur lalu lintas pada kedua sisi.

III. Kondisi lalu lintas

Mencatat informasi tentang pengaturan lalu lintas yang diterapkan pada segmen jalan yang diamati, seperti batas kecepatan, pembatas pakir, pembatas *stop* (berhenti).

b. Arus lalu lintas

Arus lalu lintas diukur pada kedua lajur (jalan dua lajur dua arah tanpa pemisah jalan).

c. Lama penutupan pintu lintasan kereta api

Pencatatan lama penutupan pintu lintasan kereta api dimulai saat sirine berbunyi sampai dengan pintu terbuka kembali.

d. Panjang antrian

Panjang antrian diukur saat palang pintu kereta api ditutup dengan memakai tanda yang telah dibuat dengan interval 5 meter.

e. Tundaan

Panjang antrian mulai diukur saat palang pintu kereta api mulai ditutup dengan memakai *stopwatch*.

f. Kecepatan

Kecepatan tempuh diukur dengan cara membagi jarak segmen yang ditempuh kendaraan dengan waktu yang diperlukan untuk melewati segmen tersebut.

g. Jumlah kendaraan dalam antrian

Penghitungannya dilakukan secara manual

2. Data sekunder

Data yang diperoleh dari PT. Kereta Api Indonesia mengenai jadwal kedatangan dan keberangkatan kereta api selama satu hari.

4.3 Jadwal Penelitian

Pemilihan hari dalam pengambilan data di lapangan harus dapat mewakili gambaran volume lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Waktu pengamatan dilakukan pada saat jam puncak (*peak hours*) yaitu pada :

- a. pagi : 06.30-08.30 WIB,
- b. siang : 12.00-14.00 WIB,
- c. sore : 16.00-17.30 WIB.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini untuk memperoleh data primer dengan cara seperti berikut ini.

1. *Survey* pendahuluan

Survey ini bertujuan agar saat pengambilan data dapat berjalan lancar, efektif, dan efisien, serta untuk mengetahui jumlah sampel, menentukan hari yang dapat mewakili gambaran lalu lintas pada ruas jalan tersebut, menentukan jam sibuk, menentukan titik pengamatan, mengetahui geometri jalan, dan menentukan tanda untuk pengukuran tundaan dan panjang antrian kendaraan.

2. Penjelasan pelaksanaan *survey* pada *surveyor*

Merupakan tahapan untuk memberi penjelasan cara pengisian formulir dan pembagian kelompok *survey*.

a. Mencatat tundaan

Tundaan dihitung dengan mengukur lamanya kendaraan berhenti, yaitu mulai dari kendaraan berhenti sampai kendaraan tersebut berjalan kembali. Dihitung dengan menggunakan *stopwatch*, dan dihitung saat kendaraan mulai mengurangi kecepatan sampai kendaraan berhenti, dari kendaraan mulai bergerak setelah pintu palang kereta api dibuka sampai kendaraan mencapai kecepatan normal lagi dengan bantuan analisis *Shock Wave*.

b. Mencatat antrian

Mencatat jumlah kendaraan yang antri selama penutupan palang pintu kereta api.

- c. Mencatat lamanya palang pintu kereta api menutup

Dimulai saat bunyi sirene sampai dengan palang pintu kereta api terbuka kembali dengan menggunakan *stopwatch*.

- d. Menghitung arus lalu lintas

Caranya dengan mengulang kembali rekaman handycam yang telah ditempatkan pada lokasi *survey* terhadap kendaraan yang melewati lintasan kereta api.

4.5 Analisis Data

Untuk data dengan kondisi jalan yang dipengaruhi dengan lintasan kereta api dilakukan analisis dengan pendekatan teori *Shock Wave* yang difokuskan pada tundaan dan panjang antrian kendaraan pada saat palang pintu lintasan kereta api ditutup maupun dibuka.. Analisis matematis parameter Aliran - Kecepatan – Kepadatan menggunakan pemodelan dari *Greenshield*

Untuk mengetahui pengaruh beroperasinya palang pintu lintasan kereta api terhadap ruas jalan yang terkait, maka digunakan hubungan tundaan dan panjang antrian kendaraan dengan lama penutupan pintu lintasan kereta api.

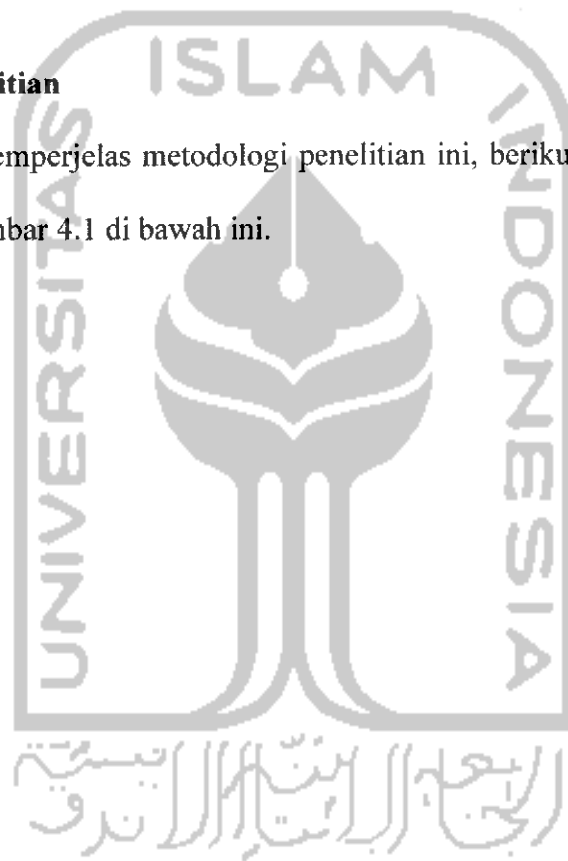
Setelah data arus lalu lintas didapatkan, dilihat apakah ada perubahan kondisi arus lalu lintas (tundaan dan antrian kendaraan) pada saat pintu lintasan kereta api ditutup. Sedangkan Analisis *Regresi Linier* antara tundaan dan antrian

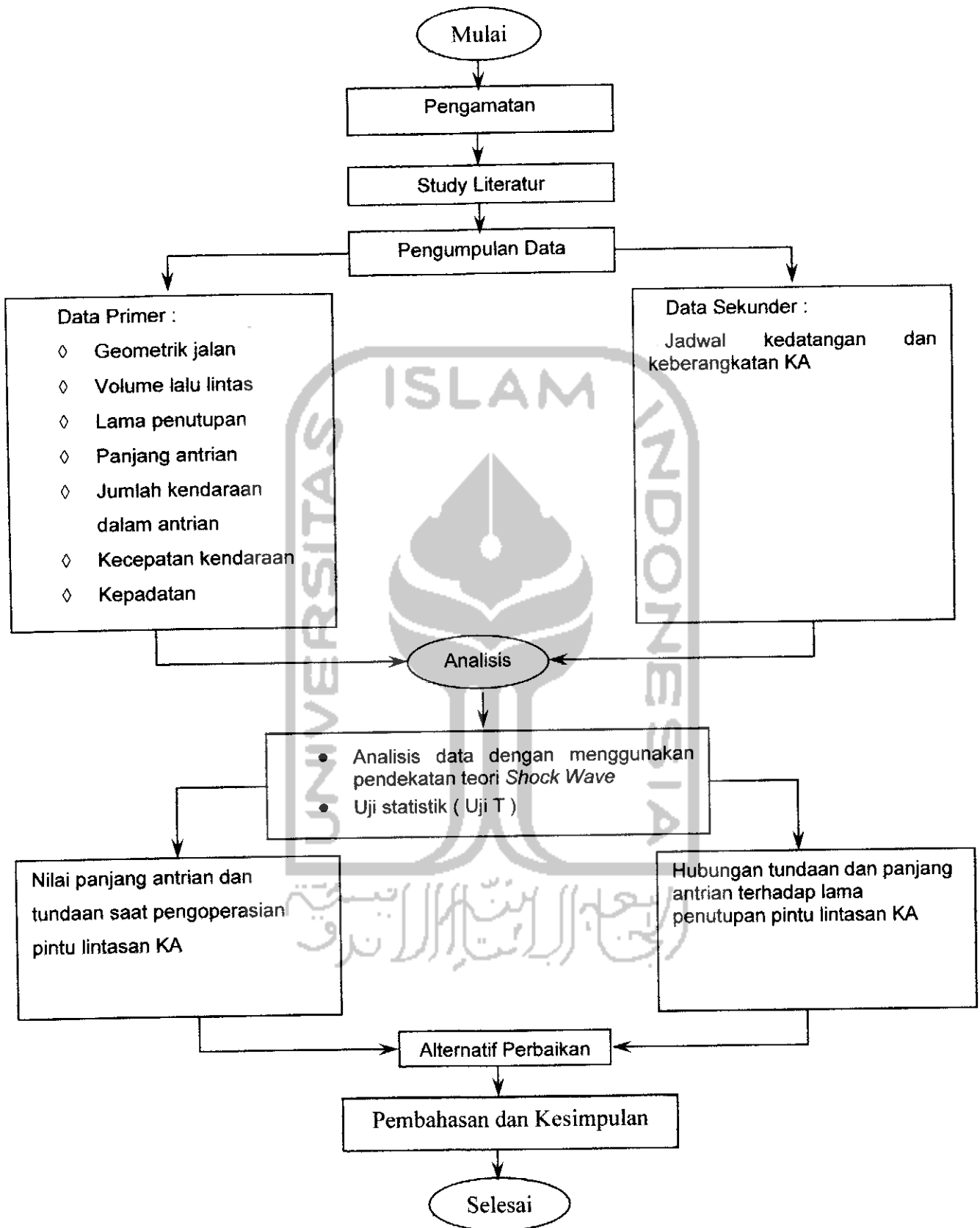
kendaraan untuk mendapatkan persamaan matematis hubungan tundaan dan panjang antrian dengan lama penutupan pintu lintasan kereta api.

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat signifikansi antara hasil analisis panjang antrian dan tundaan dengan panjang antrian dan tundaan di lapangan digunakan uji statistik. Dalam penelitian ini digunakan uji T.

4.6 Alur Penelitian

Untuk memperjelas metodologi penelitian ini, berikut dapat dilihat bagan alurnya pada gambar 4.1 di bawah ini.





Gambar 4.1 Alur Penelitian

BAB V

PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS

5.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam analisis adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan untuk mencapai tujuan penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber-sumber data sekunder antara lain berasal dari instansi pemerintah maupun swasta, yang berupa hasil survey, sensus, pemetaan, foto udara, wawancara, dan lain-lain.

5.1.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber-sumber data sekunder antara lain berasal dari instansi pemerintah maupun swasta, yang berupa hasil *survey*, sensus, pemetaan, foto udara, wawancara, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini data sekundernya berupa data yang diperoleh dari PT. Kereta Api Indonesia mengenai jadwal kedatangan dan keberangkatan kereta api selama satu hari. Untuk lebih lengkapnya mengenai jadwal kedatangan dan keberangkatan kereta api dapat dilihat dalam lampiran 2.

5.1.2 Data Primer

5.1.1.1 Data Geometrik Jalan

Data geometrik jalan adalah data yang berisi kondisi geometrik dari jalan yang diteliti. Pada penelitian ini data geometrik jalan didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung, dikarenakan minimnya informasi dan inventarisasi data geometrik yang diberikan oleh pihak terkait yang dalam hal ini adalah Dinas Pekerjaan Umum Sub Dinas Bina Marga Yogyakarta. Data geometrik ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta adalah sebagai berikut ini.

Ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta adalah berstatus sebagai jalan kolektor perkotaan dan juga sebagai jalan nasional dimana terdapat garis pemisah jalur dan pada badan jalan terdapat *rumble hump* yang dimaksudkan agar pengemudi memperlambat kendaraannya saat akan mendekati pintu lintasan kereta api. Kondisi geometrik jalan seperti berikut ini.

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| a. Tipe jalan | : 2/2 UD. |
| b. Panjang segmen jalan yang diteliti | : 870 meter. |
| c. Lebar jalur | : 6 - 7 meter. |
| d. Pembatas jalan | : tidak ada. |
| e. Median | : tidak ada. |
| f. Tipe Alinyemen | : datar. |
| g. Marka Jalan | : ada (kondisi kurang baik). |
| h. Rambu Lalulintas | : ada. |
| i. Jenis Perkerasan | : <i>Asphalt Concrete (AC)</i> . |

Komposisi lalu lintas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta adalah sebagai berikut ini.

- a. Kendaraan ringan (LV), yaitu kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikro bis, pic-up, dan truk kecil).
- b. Kendaraan berat (HV), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi).
- c. Sepeda motor (MC), yaitu kendaraan bermotor roda dua atau tiga.

Pengambilan data dilakukan di dua tempat yaitu di daerah selatan pintu lintasan kereta api, yang kemudian dinamakan daerah A dan B, dan daerah utara pintu lintasan kereta api, yang dinamakan daerah C dan D, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Waktu pengambilan data dilaksanakan selama dua hari, yaitu pada hari Rabu dan Sabtu, karena kami menganggap pada hari tersebut arus yang melewatinya cukup padat. Untuk jam puncak pagi diperkirakan antara jam 06.30 s/d 08.00, sedangkan untuk jam puncak siang diperkirakan dari jam 12.00 s/d 13.30, dan untuk jam puncak sore diperkirakan jam 16.00 s/d 17.30.

5.1.1.2 Analisis Data Primer

a. Hubungan volume dengan arus lalu lintas

Hubungan volume dengan arus lalu lintas adalah perkalian jumlah masing – masing kendaraan dengan nilai smp masing – masing jenis kendaraan dalam setiap periode sehingga satuan volume lalu lintas menjadi smp. Untuk mengubahnya menjadi arus lalu lintas (q) dalam satuan smp/jam, maka nilai nilai volume lalu lintas setiap 15 menit dikalikan 60 menit/15 menit.

b. Lama penutupan pintu lintasan kereta api

Lamanya penutupan pintu lintasan kereta api (t_R) didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Kemudian untuk perhitungannya diambil waktu yang paling lama yaitu sebagai t_R adalah 61,12 detik.

c. Hasil survey kepadatan pada kondisi macet total

Dari survey langsung di lapangan saat kondisi macet total didapat data seperti pada Tabel 5.1. Tabel tersebut menjelaskan kondisi yang meliputi lama penutupan pintu lintasan kereta, panjang antrian yang terjadi saat beroperasinya pintu lintasan, dan jumlah kendaraan yang antri saat pintu lintasan kereta menutup. Untuk merubah satuan jumlah kendaraan dalam antrian, maka dikalikan faktor pengali. Menurut MKJI 1997 (jalan perkotaan) untuk sepeda motor faktor konfersinya 0,25, kendaraan ringan 1, kendaraan berat 1,2. Untuk contoh perhitungan jumlah kendaraan dalam antrian dan kepadatan saat macet total diambil saat penutupan selama 44,5 detik dan terjadi panjang antrian 10 meter. Contoh perhitungannya sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kendaraan dalam antrian} &= (MC \times 0,25) + (LV \times 1) + (HV \times 1,2) \\ &= (10 \times 0,25) + (1 \times 1) + (0 \times 1,2) \\ &= 3,5 \text{ smp.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepadatan saat macet total} &= (\text{Jumlah kendaraan dalam antrian} \times 1000) / \\ &\quad \text{Panjang segmen jalan yang diamati} \\ &= (3,5 \times 1000) / 50 \\ &= 70 \text{ smp / km} \end{aligned}$$

Secara lengkap hasil hitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Data Lapangan tentang Kepadatan Saat Macet Total

Jam Pembukaan	Lama Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)	Jumlah Kendaraan dlm Antrian dengan jarak 50 m			Jumlah kendaraan dalam antrian (smp)	Kepadatan saat macet total (smp/km)
			MC	LV	HV		
06.35.44	44,5	10	10	1	0	3,5	70
07.03.43	43,6	8	15	0	0	3,75	75
07.11.57	57,8	23	16	5	0	9	180
07.34.50	50,26	8	12	1	0	4	80
07.46.06	61,06	10	15	3	0	6,75	135
07.50.07	61,07	10	16	2	0	6	120
12.05.58	58,19	10	20	0	1	6,2	124
12.16.02	61,02	20	15	3	0	6,75	135
12.29.01	61,01	10	15	2	0	5,75	115
12.55.59	59,02	10	15	3	0	6,75	135
13.06.00	61	15	20	3	0	8	160
13.16.12	61,12	40	20	7	0	12	240
16.03.09	61,09	20	12	5	0	8	160
16.17.53	53,3	10	10	2	0	4,5	90
						Rata - rata kepadatan	129,93

Sumber : Pengamatan Lapangan dan Analisis, 2006.

d. Hasil survey panjang antrian

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan saat penutupan pintu lintasan kereta api didapat nilai besarnya panjang antrian dan jumlah kendaraan yang terdapat dalam antrian. Lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel hasil pengukuran panjang antrian dan jumlah kendaraan yang terdapat dalam antrian berikut ini.

Tabel 5.2 Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Panjang Antrian

Lama Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)
44,5	10
43,6	8
57,8	23

Lama Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)
50,26	8
61,06	10
61,07	10
58,19	10
61,02	20
61,01	10
59,02	10
61	15
61,12	40
61,09	20
53,3	10
Rerata	14,57

Sumber : Pengamatan di Lapangan, 2006.

e. Analisis Hubungan Kecepatan (u), Arus (q), dan Kepadatan (k)

Dengan metode *Greenshields* hubungan antara kecepatan, arus, dan kepadatan dianalisis dengan menggunakan persamaan (3.4). Untuk contoh perhitungan arus (q), kecepatan (u) serta kepadatan diambil pada jam 06.30 – 06.45. Dari hasil pengamatan selama dua hari (Rabu dan Sabtu) pada periode tersebut, didapatkan data seperti berikut ini.

$$MC = 290 \times 0,35 = 101,5 \text{ smp.}$$

$$LV = 50 \times 1 = 50 \text{ smp.}$$

$$HV = 1 \times 1,2 = 1,2 \text{ smp.}$$

$$q = (101,5 + 50 + 1,2) / 2 = 61,85 \text{ smp / 15 menit.}$$

$$q = (61,85 \times 60) / 15 = 247,40 \text{ smp / jam.}$$

Jadi q rata – rata selama periode pengamatan dalam 2 hari = 247,40 smp/jam.

Nilai kecepatan yang digunakan adalah nilai kecepatan rata – rata. Nilai tersebut didapat dari pengamatan langsung di lapangan, dengan rata – rata kecepatan

kendaraan pada periode pengamatan tersebut sebesar 29,46 km/jam. Untuk kepadatan diperoleh dengan memasukan nilai arus dan kecepatan ke dalam persamaan 3.9. Perhitungannya sebagai berikut ini.

$$q = k \times u$$

$$k = q / u = 247,40 / 29,46 = 8,4 \text{ smp / km.}$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.3 Nilai Variabel Arus, Kecepatan, Kepadatan

Periode	q (smp/jam)	u (Km/jam)	k=q/u (smp/km)
06.30 - 06.45	247,40	29,46	8,40
06.45 - 07.00	248,30	30,59	8,12
07.00 - 07.15	255,00	29,69	8,59
07.15 - 07.30	270,90	30,67	8,83
07.30 - 07.45	303,90	30,54	9,95
07.45 - 08.00	223,00	30,25	7,37
12.00 - 12.15	251,50	29,60	8,50
12.15 - 12.30	296,80	29,33	10,12
12.30 - 12.45	265,50	29,31	9,06
12.45 - 13.00	282,00	29,10	9,69
13.00 - 13.15	268,40	30,26	8,87
13.15 - 13.30	259,50	29,90	8,68
16.00 - 16.15	220,50	30,14	7,32
16.15 - 16.30	295,30	30,33	9,74
16.30 - 16.45	261,50	29,78	8,78
16.45 - 17.00	261,70	30,20	8,67
17.00 - 17.15	292,00	30,42	9,60
17.15 - 17.30	246,00	30,60	8,04
Jumlah	4749,20	540,14	158,32
Rata-rata	263,84	30,01	8,79

Sumber : Pengamatan di Lapangan dan Analisis, 2006.

Menurut pemodelan *Greenshield* didapat hubungan matematis antara kepadatan dan arus sesuai dengan persamaan (3.8) yaitu :

$$q = k \cdot u_f - \frac{u_f}{k_j} k^2$$

$$q = 30,67 \cdot k - \frac{30,67}{129,93} k^2$$

$$q = 30,67 k - 0,249 k^2$$

Kemudian untuk hubungan matematis antara arus dan kecepatan sesuai dengan persamaan (3.15) yaitu :

$$q = k_j u_s - \frac{k_j}{u_f} u_s^2$$

$$q = 129,93 u_s - \frac{129,93}{30,67} u_s^2$$

$$q = 129,93 u_s - 4,01 u_s^2$$

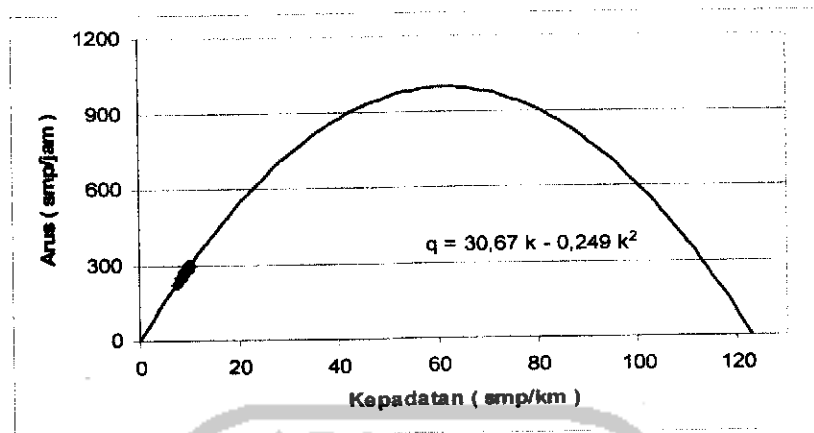
Kemudian untuk hubungan matematis antara kepadatan dan kecepatan sesuai dengan persamaan (3.5) yaitu :

$$u_s = u_f - \frac{u_f}{k_j} k$$

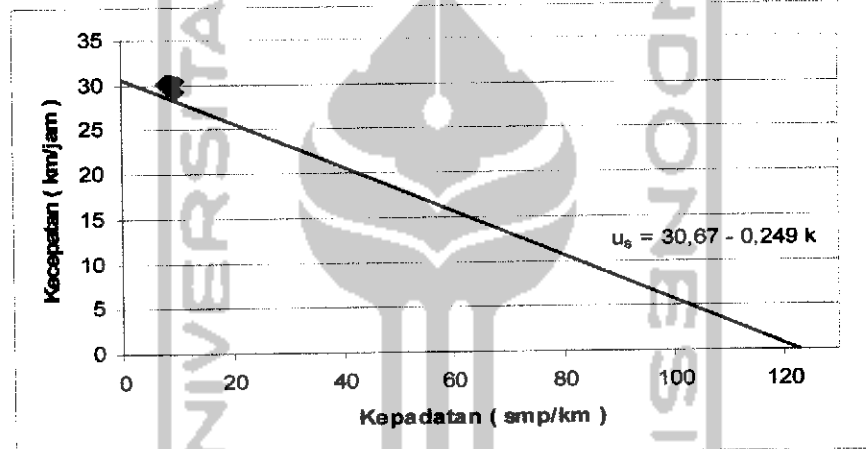
$$u_s = 30,67 - \frac{30,67}{129,93} k$$

$$u_s = 30,67 - 0,249 k$$

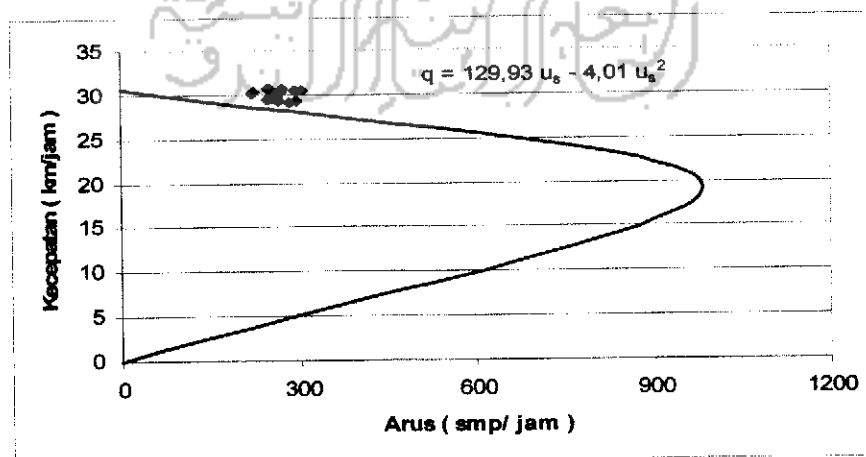
Dari nilai – nilai tersebut maka dapat ditabelkan dan kemudian dibuat grafik hubungan antara variabel – variabel lalu lintas seperti berikut ini.



Gambar 5.1a Grafik Hubungan Arus dengan Kepadatan



Gambar 5.1b Grafik Hubungan Kecepatan dengan Kepadatan



Gambar 5.1c Grafik Hubungan Kepadatan dengan Kecepatan

Dari grafik di atas maka didapat hubungan persamaan variabel – variabel lalu lintas sehingga dapat diketahui kecepatan maksimum teoritik, kepadatan kritik, kecepatan kritik, nilai arus maksimum pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta dari arah selatan. Berikut ini adalah tabel persamaan hubungan antar variabel - variabel lalu lintas.

Tabel 5.4 Hubungan Variabel Lalu Lintas

Hubungan antar Variabel	Persamaan
Kecepatan (u) dan Kepadatan (k)	$u_s = 30,67 - 0,249 k$
Arus (q) dan Kecepatan (u)	$q = 129,93 u_s - 4,01 u_s^2$
Arus (q) dan Kepadatan (k)	$q = 30,67 k - 0,249 k^2$

Sumber : Hasil analisis / hitungan, 2006.

Dari persamaan yang terdapat pada tabel di atas maka dapat diketahui kecepatan maksimum, arus maksimum atau kapasitas Jalan Mojo, dan kepadatan maksimum. Sedangkan untuk kepadatan saat volume maksimum (k_m), kecepatan saat volume maksimum (u_m) dan kapasitas (C) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (3.10), (3.17), dan (3.18). Contoh hitungannya sebagai berikut ini.

$$k_m = \frac{k_f}{2}$$

$$k_m = \frac{129,93}{2} = 64,965 \text{ smp / km}$$

$$u_m = \frac{u_f}{2}$$

$$u_m = \frac{30,67}{2} = 15,335 \text{ km / jam}$$

$$C = q_m = \frac{k_j u_f}{4}$$

$$C = q_m = \frac{129,93 \times 30,67}{4} = 996,24 \text{ smp / jam}$$

Untuk lebih jelasnya maka nilai – nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.5 Nilai Variabel Lalu Lintas

Variabel	Nilai
Kepadatan pada kondisi macet total (k_j), smp/km	129,93
Kecepatan maksimum teoritik (u_f), km/jam	30,67
Kepadatan saat volume maksimum (k_m), smp/km	64,965
Kecepatan saat volume maksimum (u_m), km/jam	15,33
Arus rata – rata (q), smp / jam	263,84
Kapasitas (C), smp/jam	996,24

Sumber : Hasil analisis / hitungan, 2006.

f. Analisis dengan Metode *Shock Wave*

Dalam menggunakan metoda analisis *Shock Wave*, terlebih dahulu harus mengetahui besarnya arus normal yang terjadi pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta. Adapun pengertian arus normal yaitu arus yang tidak terganggu dengan adanya penutupan pintu lintasan kereta api yang mengakibatkan terjadinya antrian kendaraan. Untuk mengamatinya maka titik pengamatan harus berada pada lokasi yang tidak terganggu dengan adanya antrian kendaraan, kemudian arus normal dapat diketahui melalui nilai rata-rata arus yang terjadi.

Nilai rata-rata arus yang terjadi dari tabel (5.3) adalah 263,84 smp/jam. Dengan memasukkan nilai arus yang terjadi ke dalam persamaan hubungan antara

arus (q) dan kepadatan (k) $q = 30,67 k - 0,249 k^2$, sehingga didapat nilai persamaan $263,84 = 30,67 k - 0,249 k^2$, dengan menggunakan rumus abc maka akan didapat nilai $k = 113,86$ smp/jam dan $9,31$ smp/jam, dan selanjutnya dipakai nilai k sebesar $9,31$ smp/jam. Kemudian nilai k yang didapat diasumsikan sebagai nilai k_A yang digunakan untuk menghitung nilai gelombang kejut yang terjadi pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta karena nilai tersebut mewakili kondisi jalan yang normal belum ada antrian atau kemacetan. Untuk kepadatan maksimum gelombang kejut dinyatakan dengan notasi k_B yang besarnya $129,93$ smp/km, sedangkan arus maksimum dinyatakan dengan q_C yang besarnya $996,24$ smp/jam, dan untuk kepadatan saat arusnya maksimum dinyatakan dengan k_C yang besarnya $64,965$ smp/km. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.6 Nilai Variabel Lalu Lintas untuk *Shock Wave*

Variabel	Nilai
Arus teoritis rata-rata yang terjadi (q_A), smp / jam	263,84
Kepadatan teoritis rata-rata (k_A), smp / km	9,31
Kepadatan macet total teoritis (k_B), smp / km	129,93
Kepadatan Arus maksimum teoritis (k_C), smp / km	64,965
Arus maksimum atau kapasitas teoritis (q_C), smp / jam	996,24

Sumber : Hasil Analisis / Hitungan, 2006.

Selanjutnya dapat dihitung besarnya nilai *Shock Wave* dan panjang antrian yang terjadi pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta sebagai berikut ini.

$$\omega_{DA} = u_A = \frac{q_A}{k_A} = \frac{263,84}{9,31} = 28,33 \text{ km/jam.}$$

$$\omega_{DB} = \frac{q_B - q_D}{k_B - k_D} = 0.$$

ω_{DB} bernilai 0 karena q_D dan q_B juga 0



$$\omega_{AB} = -\frac{q_A}{k_B - k_A} = \frac{263,84}{129,93 - 9,31} = -2,19 \text{ km/jam.}$$

$$\omega_{DC} = +u_C = \frac{q_C}{k_C} = \frac{996,24}{64,965} = 15,33 \text{ km/jam.}$$

$$\omega_{BC} = \frac{q_C}{k_C - k_B} = \frac{996,24}{64,965 - 129,93} = -15,33 \text{ km/jam.}$$

$$\omega_{AC} = \frac{q_C - q_A}{k_C - k_A} = \frac{996,24 - 263,84}{64,965 - 9,31} = 13,16 \text{ km/jam.}$$

Tanda negatif menunjukkan arah pembentukan *Shock Wave* ke belakang (*Backward Moving Shock Wave*)

Karena lama penutupan pintu lintasan kereta api yang terjadi sebesar 61,12 detik, kemudian panjang antrian kendaraan yang terjadi dapat dihitung, hasilnya :

$$Q_M = \frac{r}{3600} \left(\frac{\omega_{BC} \times \omega_{AB}}{\omega_{BC} - \omega_{AB}} \right)$$

$$Q_M = \frac{61,12}{3600} \left(\frac{15,33 \times 2,19}{15,33 - 2,19} \right) = 0,043 \text{ km} = 43 \text{ m.}$$

Cara lain menghitung panjang antrian adalah dengan mencari hasil perkalian ω_{BC} dengan waktu terjadinya *Shock Wave* selama penutupan pintu lintasan 61,12 detik, yaitu $(t_3 - t_2)_{61,12}$ berikut ini.

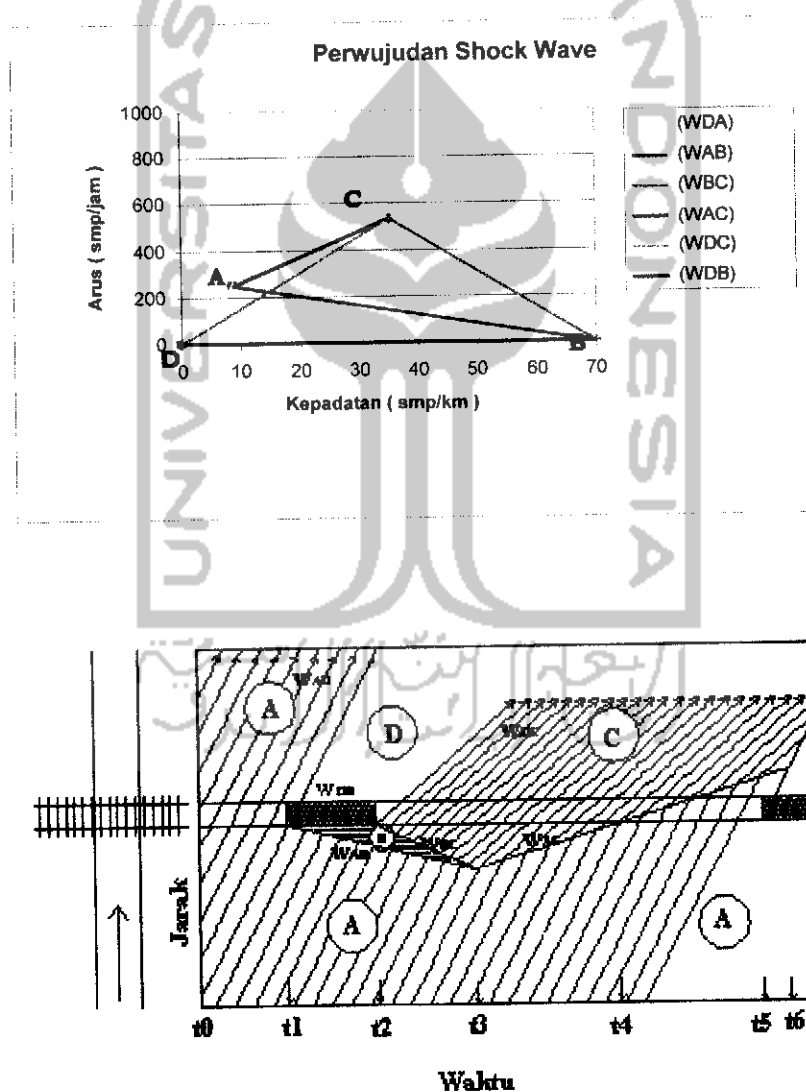
$$(t_3 - t_2)_{61,12} = r \left(\frac{\omega_{AB}}{\omega_{BC} - \omega_{AB}} \right) = 61,12 \times \left(\frac{2,19}{15,33 - 2,19} \right) = 10,18 \text{ detik}$$

$$Q_M = \omega_{BC} \times (t_3 - t_2)_{61,12} = 15,33 \times \frac{10,18}{3600} = 0,043 \text{ km} = 43 \text{ m.}$$

Sedangkan besarnya waktu pemulihan yaitu waktu yang dibutuhkan agar arus lalu lintas kembali normal dihitung mulai pintu lintasan kereta api membuka sampai kendaraan mencapai kecepatan normal adalah :

$$(t_4 - t_2) = \left(\frac{r \times \omega_{AB}}{\omega_{BC} - \omega_{AB}} \right) \times \left(\frac{\omega_{BC}}{\omega_{AC}} + 1 \right) = \left(\frac{61,12 \times 2,19}{15,33 - 2,19} \right) \times \left(\frac{15,33}{13,16} + 1 \right) = 22,05 \text{ detik.}$$

Sehingga salah satu gambar perwujudan *Shock Wave* pada ruas jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Sumber : Hasil Analisis, 2006.

Gambar 5.2 Perwujudan dan Trayektori *Shock Wave* pada ruas Jl. Mojo, Baciro, Yogyakarta

g. Berbagai Bentuk *Shock Wave* Akibat Pengoperasian Pintu Lintasan KA

Berbeda dengan persimpangan bersinyal yang mempunyai waktu siklus yang tetap, sedangkan waktu untuk penutupan pintu lintasan kereta api sangat bervariasi, sehingga besaran nilai *shock wave* pada tiap kondisi penutupan pintu lintasan kereta api akan berbeda – beda sesuai dengan arus yang terjadi pada ruas jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta saat pintu lintasan kereta api beroperasi, serta lamanya pintu lintasan kereta api menutup. Dengan demikian nilai panjang antrian dapat diketahui dari hasil analisis *Shock wave*. Hasil perhitungan dan grafik hubungan arus dan panjang antrian dapat dilihat pada Lampiran 1.

h. Tundaan

Tundaan dalam MKJI (1997) merupakan waktu tempuh tambahan untuk melewati sebuah simpang, diasumsikan bahwa tundaan adalah waktu total kendaraan dimana jumlah kendaraan yang terdapat dalam antrian dapat bergerak mencapai kecepatan normal, yang kemudian dapat dirumuskan seperti pada persamaan (3.7). Dalam penelitian ini jumlah kendaraan (n) yang dipakai adalah jumlah kendaraan pada saat kondisi penutupan pintu lintasan kereta api paling lama yaitu 12 kendaraan, dan waktu penormalan (Δt) pada kondisi tersebut adalah 22,05 detik. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

$$T_{\text{total}} = n \cdot \Delta t$$

$$n = \text{Jumlah kendaraan dalam antrian} = 12 \text{ kendaraan}$$

$$\Delta t = \text{Waktu penormalan}$$

$$T_{total} = 12 \times 22,05 = 264,6 \text{ detik} = 4,41 \text{ menit / kend}$$

i. Uji T Untuk Panjang Antrian dan Tundaan

Uji ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat signifikansi hasil analisis penelitian panjang antrian dan tundaan dengan panjang antrian dan tundaan di lapangan. Hasil panjang antrian dan tundaan secara analisis dan yang didapat dari pendataan atau pengamatan di lapangan disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai Panjang Antrian dan Tundaan

No	Data Lapangan		Hasil Analisis	
	Panjang Antrian (meter)	Tundaan (menit/kend)	Panjang Antrian (meter)	Tundaan (menit/kend)
1	10	0,17	70	2,22
2	8	0,13	60	2,17
3	23	0,38	30	1,96
4	8	0,13	90	3,29
5	10	0,17	30	1,89
6	10	0,17	40	1,95
7	10	0,17	40	2,16
8	20	0,33	40	2,20
9	10	0,17	60	2,97
10	10	0,17	40	2,49
11	15	0,25	30	2,28
12	40	0,33	43	4,40
13	20	0,17	30	1,78
14	10	0,67	70	2,99
x rata-rata	14,57	0,24	48,07	2,48
s	8,40	0,14	17,14	0,67
s ²	70,61	0,02	294,00	0,45

Sumber : Pengamatan Lapangan dan Analisis, 2006

Kemudian dari tabel di atas, untuk analisis uji T perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

a. Panjang antrian

Asumsi :

H_0 = nilai \bar{x} rata-rata panjang antrian di lapangan tidak sama dengan \bar{x} rata-rata panjang antrian hasil analisis.

H_a = nilai \bar{x} rata-rata panjang antrian di lapangan sama dengan \bar{x} rata-rata panjang antrian hasil analisis.

$$H_0 \Rightarrow \bar{X}_{\text{lapangan}} \neq \bar{X}_{\text{analisis}}$$

$$H_a \Rightarrow \bar{X}_{\text{lapangan}} = \bar{X}_{\text{analisis}}$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}}$$

$$t = \frac{14,57 - 48,07}{\sqrt{\frac{70,61}{14} + \frac{294}{14} - 2 \times 0,532 \left(\frac{8,4}{\sqrt{14}} \right) \left(\frac{17,14}{\sqrt{14}} \right)}} = -8,63$$

Nilai t tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai t tabel dengan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 26$. Dengan $dk = 26$, dan taraf kesalahan ditetapkan sebesar 5 %, maka didapat $t_{\text{tabel}} = 2,056$.

Nilai t hitung lebih kecil dari t tabel ($-8,63 < 2,056$), sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Jadi rata – rata panjang antrian di lapangan dengan hasil analisis secara signifikan tidak sama.

b. Tundaan

Asumsi :

H_0 = nilai x rata-rata tundaan di lapangan tidak sama dengan x rata-rata tundaan hasil analisis.

H_a = nilai x rata-rata tundaan di lapangan sama dengan x rata-rata tundaan hasil analisis.

$$H_0 \Rightarrow \bar{X}_{\text{lapangan}} \neq \bar{X}_{\text{analisis}}$$

$$H_a \Rightarrow \bar{X}_{\text{lapangan}} = \bar{X}_{\text{analisis}}$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}}$$

$$t = \frac{0,24 - 2,48}{\sqrt{\frac{0,02}{14} + \frac{0,45}{14} - 2 \times 0,532 \left(\frac{0,14}{\sqrt{14}} \right) \left(\frac{0,67}{\sqrt{14}} \right)}} = -14,45$$

Nilai t tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai t tabel dengan dk = $n_1 + n_2 - 2 = 26$. Dengan dk = 26, dan taraf kesalahan ditetapkan sebesar 5 %, maka didapat t tabel = 2,056.

Nilai t hitung lebih kecil dari t tabel ($-14,45 < 2,056$), sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Jadi rata – rata tundaan di lapangan dengan hasil analisis secara signifikan tidak sama.

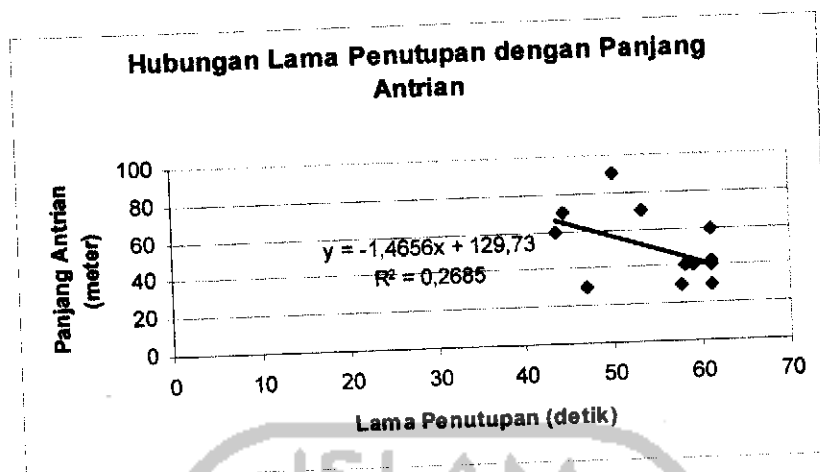
j. Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Tundaan dan Panjang Antrian

Untuk mengetahui hubungan lama penutupan pintu lintasan KA dengan tundaan dan panjang antrian digunakan regresi linier yang menghasilkan beberapa ukuran validitas dan tingkat signifikan.

Tabel 5.8 Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dengan Tundaan dan Panjang Antrian

Lama Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)	Jumlah Kendaraan (smp)	Tundaan (menit)
44,5	10	3,5	2,22
43,6	8	3,75	2,17
57,8	23	9	1,96
50,26	8	4	3,29
61,06	10	6,75	1,89
61,07	10	6	1,95
58,19	10	6,2	2,16
61,02	20	6,75	2,20
61,01	10	5,75	2,97
59,02	10	6,75	2,49
61	15	8	2,28
61,12	40	12	4,40
61,09	20	8	1,78
53,3	10	4,5	2,99
Rerata	14,57	6,15	2,48

Sumber : Pengamatan Lapangan dan Analisis, 2006.



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan, dan Panjang Antrian

Tabel 5.9 Hasil Regresi Statistik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan KA dengan Panjang Antrian

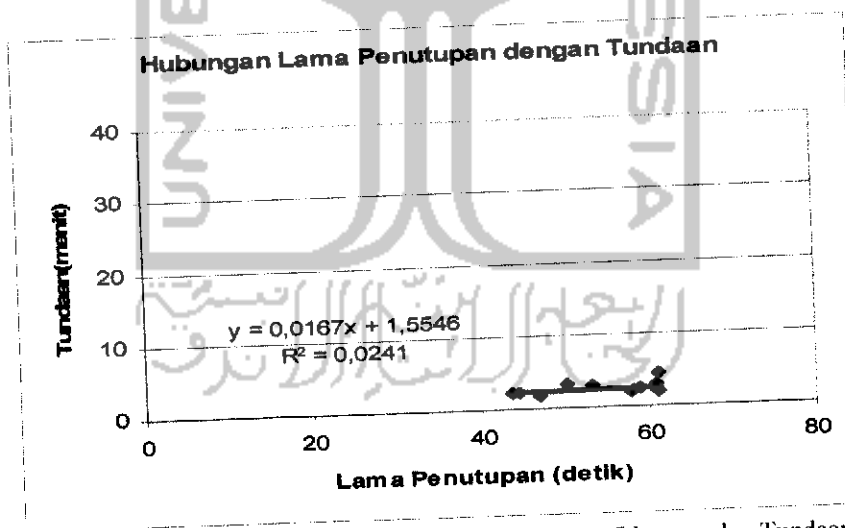
Regression Statistics				
Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,52	0,27	0,21	16,74	14

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1234,47	1234,47	4,41	0,06
Residual	12	3362,45	280,3		
Total	13	4596,93			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	129,73	39,16	3,31	0,01	44,41	215,05	44,41	215,05
X Variable 1	-1,47	0,70	-2,10	0,06	-2,99	0,06	-2,99	0,06

Sumber : Hasil Analisis / Hitungan, 2006.

Dari Tabel 5.9 mengenai hasil regresi statistik dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi hubungan lama penutupan pintu lintasan dengan panjang antrian tidak terdapat hubungan linier. Alasannya karena nilai probabilitas variabel x sebesar 6 %, hal tersebut berarti telah melampaui batasan toleransi tingkat keyakinan sebesar 5 %. Kemudian dari angka koefisien korelasi 0,52 dapat diambil kesimpulan adanya pengaruh lama penutupan pintu lintasan KA terhadap panjang antrian. Angka determinasi yang diperoleh adalah 0,27 menjelaskan variasi yang diberikan oleh lama penutupan terhadap panjang antrian adalah sebesar 27 %, sedangkan sisanya sebesar 73 % dipengaruhi variabel lain diantaranya arus lalu lintas jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta yang fluktuatif. Selain itu komposisi arus lalu lintas yang didominasi oleh sepeda motor adalah salah satu variabel yang berpengaruh terhadap panjang antrian.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan dan Tundaan

Tabel 5.10 Hasil Regresi Statistik Hubungan Lama Penutupan Pintu Lintasan KA dengan Tundaan

Regression Statistics				
Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,16	0,02	-0,06	0,73	14

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0,16	0,16	0,30	0,60
Residual	12	6,45	0,54		
Total	13	6,61			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	1,55	1,72	0,91	0,38	-2,18	5,29	-2,18	5,29
X Variable 1	0,02	0,03	0,54	0,60	-0,05	0,08	-0,05	0,08

Sumber : Hasil Analisis / Hitungan, 2006

Dari Tabel 5.10 mengenai hasil regresi statistik dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi hubungan lama penutupan pintu lintasan dengan tundaan tidak terdapat hubungan linier. Alasannya karena nilai probabilitas variabel x sebesar 60 %, hal tersebut berarti telah melampaui batasan toleransi tingkat keyakinan sebesar 5 %. Kemudian dari angka koefisien korelasi 0,16 dapat diambil kesimpulan lama penutupan pintu lintasan KA berpengaruh terhadap tundaan. Angka determinasi yang diperoleh adalah sebesar 0,02 menjelaskan bahwa variasi yang diberikan lama penutupan pintu lintasan KA adalah sebesar 2 %. Hal ini berarti bahwa bervariasinya tundaan juga dipengaruhi oleh adanya variasi lama penutupan pintu lintasan KA.

5.2 Pembahasan

Dari hasil analisis diketahui hubungan dan nilai antara variabel – variabel lalu lintas yaitu kecepatan, arus dan kepadatan seperti tercantum pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5, selanjutnya dari data – data yang telah ada, analisisnya dengan pendekatan metode gelombang kejut, sehingga menghasilkan parameter–parameter nilai *Shock Wave*, yang kemudian diwujudkan dalam sebuah Gambar 5.3.

Dari analisis menggunakan metode gelombang kejut di atas diketahui bahwa semakin banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut (arus lalu lintas meningkat) maka kecepatan gelombang kejut akibat dari perubahan arus dari A ke D (ω_{AD}) semakin meningkat. Hal itu menunjukkan bahwa perubahan arus dan kecepatan semakin besar. Sedangkan untuk ω_{AB} dan ω_{BC} nilainya akan semakin kecil seiring dengan bertambahnya arus lalu lintas. Hal itu menunjukkan bahwa perubahan gerak maju arus lalu lintas yang dimulai dengan kecepatan semakin kecil jika arus lalu lintas tersebut semakin padat. Tanda negatif diberikan untuk menunjukkan bahwa perubahan kecepatan tersebut mempunyai arah yang berlawanan dengan arus lalu lintas. Untuk besar kecilnya nilai ω_{AC} dan ω_{DC} tidak terpengaruh oleh perubahan arus, sedangkan nilai ω_{DB} adalah sama dengan 0 (nol). Hal tersebut menunjukkan bahwa lalu lintas pada kondisi terhalang pintu lintasan kereta api.

Untuk nilai gelombang kejut dengan berbagai kondisi arus dan lamanya pintu lintasan kereta api menutup dapat ditunjukkan sebagai berikut ini.

1. Semakin besar arus lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut maka nilai ω_{AD} semakin meningkat, hal ini disebabkan karena gelombang kejut ini terbentuk akibat adanya penambahan arus pada kondisi A yang lebih besar dari perubahan kepadatannya, sedangkan kepadatan pada kondisi D adalah tetap.
2. Untuk nilai ω_{AB} dan ω_{BC} cenderung turun seiring pertambahan arus lalu lintas, hal ini disebabkan karena ω_{BC} terbentuk oleh bertambahnya nilai ω_{AB} yang juga menyebabkan nilai k (kepadatan) bertambah. Sedangkan q_c (arus c) tetap, karena tergantung pada arus maksimum, sehingga q_c akan tetap. Demikian pula untuk ω_{AB} dimana pertambahan arus akan menyebabkan pertambahan kepadatan. Sedangkan arus dan kepadatan pada kondisi D bernilai 0 (nol).
3. Untuk ω_{BC} dan ω_{DC} bernilai tetap, hal itu disebabkan karena nilai gelombang kejut tersebut tergantung pada kondisi arus maksimum dan kepadatan saat arus maksimum (mencapai kapasitas)

Antrian maksimum akan terjadi jika arus dan kepadatan juga berada pada titik maksimum serta penutupan pintu lintasan mencapai yang paling lama. Dalam analisa dengan menggunakan pendekatan metode *Shock Wave*, dihasilkan nilai panjang antrian sebesar 43 meter.

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa panjang antrian maksimum yang terdapat pada ruas Jalan, Mojo, Baciro, Yogyakarta, yaitu sebesar 43 meter masih dapat dikatakan normal.

Dari hasil observasi lapangan dihasilkan bahwa semakin bertambahnya arus dan semakin lamanya pintu lintasan kereta api menutup maka akan mengakibatkan panjang antrian yang terjadi semakin besar. Jika hasil perhitungan panjang antrian dengan pendekatan analisa *Shock Wave* dibandingkan dengan kondisi yang sebenarnya maka hasil perhitungan tersebut terdapat perbedaan.

Pada kondisi sebenarnya yang didapat melalui hasil pengamatan dan pengukuran panjang antrian rata – rata yang terjadi di lapangan adalah 14,57 meter, dan untuk tundaan diperoleh nilai rata – rata sebesar 0,24 menit / kendaraan jika dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Shock Wave* untuk panjang antrian rata – rata adalah sebesar 48,07 meter dan untuk tundaan sebesar 2,48 menit / kendaraan. Setelah dianalisis dengan Uji T untuk panjang antrian yang diperoleh di lapangan dengan hasil analisis *Shock Wave* diperoleh nilai t hitung = -8,63 lebih kecil dari t tabel = 2,056 dan untuk tundaan yang diperoleh di lapangan dengan hasil analisis *Shock Wave* diperoleh nilai t hitung = -14,05 lebih kecil dari t tabel = 2,056. Dari hasil tersebut didapat kesimpulan bahwa data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan dengan analisis menggunakan metode *Shock Wave* mempunyai nilai yang secara signifikan berbeda. Selisih yang relatif besar antara kondisi lapangan dan hasil hitungan yang menggunakan pendekatan metode *Shock Wave* disebabkan karena pada perhitungan dengan menggunakan pendekatan metode *Shock Wave*

memperhitungkan masalah disiplin antrian, sedangkan pada kondisi yang sebenarnya hal tersebut sangat sulit ditemukan pada kondisi lalu lintas yang benar – benar disiplin. Sebagai contoh untuk nilai 1 (satu) satuan mobil penumpang sebesar 20 meter dibagi lebar jalan, jika hal tersebut diterapkan di lapangan kecil kemungkinannya karena dengan *space* yang sedemikian masih terlalu longgar untuk ukuran para pengemudi, sehingga gap yang terbentuk pada kondisi yang sebenarnya tidak sebesar pada hasil hitungan. Selain itu pada saat terjadi antrian di lokasi maka jalan yang terdiri dari 2 (dua) jalur seolah – olah menjadi 1 (satu) jalur, sehingga lebar jalan menjadi 2 (dua) kali lebih besar, hal itu akan menyebabkan panjang antrian lebih pendek. Contoh yang lain adalah pada kasus ini, pada kondisi lapangan mempunyai panjang antrian rata – rata sebesar 14,57 meter, dengan panjang antrian sedemikian dan jumlah kendaraan yang terdapat pada antrian sebesar 6,50 smp, maka jika kita menggunakan panjang per 1 (satu) smp sebesar 20 per lebar jalan. Pada kondisi Jalan, Mojo, Baciro, Yogyakarta yang mempunyai lebar untuk satu jalur sebesar 3,5 meter maka panjang antrian yang terjadi adalah sebesar 37,14 meter. Sedangkan pada kondisi yang sebenarnya panjang antrian rata – rata yang terjadi adalah 14,57 meter, sehingga jika ditinjau dengan mengkondisikan antrian yang terjadi di lapangan dalam kondisi dan keadaan yang disiplin pada kendaraan yang antri maka hasil perhitungan dengan menggunakan pendekatan metode *Shock Wave* panjang panjang antrianya sebesar 48,07 meter dan jumlah kendaraan dalam antrian 6,50 smp.

Untuk hasil penelitian persamaan regresi hubungan antara lama penutupan pintu lintasan kereta api dengan panjang antrian diwakili oleh persamaan $y = -1,4656x + 129,73$ serta nilai kemungkinan variabel x sama dengan nol lebih besar dari 5 % yaitu sebesar 6 %, dan untuk hubungan lama penutupan pintu lintasan kereta api dengan tundaan diwakili oleh persamaan $y = -0,0167x + 1,5546$ dan nilai variabel x sama dengan nol lebih besar dari 5 % yaitu sebesar 60 %. Namun demikian berdasarkan Uji F, kedua persamaan tersebut memiliki tingkat signifikansi yang rendah. Dari hasil analisis tersebut disimpulkan bahwa antara lama penutupan pintu lintasan kereta api tidak mempunyai hubungan yang linier terhadap tundaan dan panjang antrian.

Secara teoritis panjang antrian dan tundaan yang terjadi dapat mengakibatkan penurunan kecepatan rata – rata. Untuk mengatasi terjadinya penurunan tingkat pelayanan jalan yang diakibatkan oleh panjang antrian dan tundaan pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, maka perlu dibenahi masalah perparkiran yang ada di ruas jalan tersebut. Salah satu langkahnya adalah dengan memasang rambu dilarang parkir di sepanjang ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta. Kemudian juga pembenahan dan pengaturan trotoar yang ada, yang dimaksudkan agar terjadi kedisiplinan agar tidak digunakan untuk berjualan, serta pembuatan marka pembatas jalur. Namun pada ruas jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, belum perlu dilakukan pembenahan infrastruktur baru, seperti pelebaran jalan ataupun pembangunan *Fly Over* (jalan layang).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Arus yang melewati Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, saat dilakukan penelitian sebesar 263,84 smp / jam, dan kecepatan rata-rata sebesar 56,86 km / jam, sehingga dari penelitian tersebut diperoleh hubungan antara kecepatan, arus, kepadatan seperti terlihat pada Tabel 5.4.
2. Dari hasil pengukuran di lapangan maka diketahui panjang antrian rerata yang terjadi pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, saat terjadinya penutupan pintu lintasan KA sebesar 14,57 meter, dengan jumlah rata-rata kendaraan dalam antrian sebesar 6,50 smp.
3. Dengan pendekatan metode *Shock Wave* dan dengan waktu operasional pintu lintasan kereta api sebesar 61,12 detik terjadi antrian sebesar 43 meter dan waktu penormalan selama 22,05 detik.
4. Dari hasil perbandingan antara kondisi sebenarnya di lapangan dengan hasil perhitungan yang menggunakan pendekatan metode *Shock Wave* terdapat perbedaan. Adanya perbedaan itu disebabkan karena pada hasil perhitungan teori memperlihatkan kedisiplinan pengguna jalan, sedangkan pada kondisi di lapangan hal tersebut sulit diterapkan secara sempurna.

5. Dari Tabel 5.9 mengenai hasil regresi statistik dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi hubungan lama penutupan pintu lintasan dengan panjang antrian tidak terdapat hubungan linier. Alasannya karena nilai probabilitas variabel x sebesar 6 %, hal tersebut berarti telah melampaui batasan toleransi tingkat keyakinan sebesar 5 %.
6. Dari Tabel 5.10 mengenai hasil regresi statistik dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi hubungan lama penutupan pintu lintasan dengan tundaan tidak terdapat hubungan linier. Alasannya karena nilai probabilitas variabel x sebesar 60 %, hal tersebut berarti telah melampaui batasan toleransi tingkat keyakinan sebesar 5 %.

6.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan pada ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, disarankan langkah – langkah sebagai berikut ini.

1. Perlu diadakanya perbandingan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan untuk variabel – variabel yang lain seperti waktu penormalan dan tundaan yang terjadi pada arus lalu lintas yang terhalang pintu lintasan kereta api.
2. Perlu adanya pembenahan pada marka jalan, terutama marka pembatas jalur dan penanganan parkir, seperti pelarangan parkir di tepi ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta. Hal ini bertujuan untuk mengurangi bentuk pelanggaran lalu lintas yang dapat menyebabkan terganggunya arus lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut.

3. Dengan mengetahui ruas Jalan Mojo, Baciro, Yogyakarta, merupakan salah satu akses menuju Stadion Mandala Krida maka perlu diadakan penelitian pada saat ada suatu kegiatan berlangsung di lokasi tersebut agar diketahui apakah arus yang melewati ruas jalan tersebut dapat lancar tanpa adanya kemacetan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*, Departemen Pekerjaan Umum, RI, Jakarta.
2. Ardi Susanto dan Rikki Muslih Wirananda , 2003, Tugas Akhir, Analisis Perbandingan Panjang Antrian Lapangan dengan Panjang Antrian Metode MKJI 1997 pada Simpang Bersinyal, Teknik Sipil, UII..
3. Arifiyanto, 2002, Tugas Akhir, Kinerja Jalan Yang Terhalang Lintasan Kereta Api Dengan Metode Gelombang Kejut Pada Ruas Jalan Mojo, Yogyakarta, Ekstensi, Teknik Sipil, UGM.
4. Arsiawan Iwan dan Arief Hilwan, 1999, Tugas Akhir, Analisis Tingkat Kemacetan Yang Terjadi Pada Simpang Lima di Palang Joglo, Surakarta Dengan Berpedoman Pada MKJI 1997, Teknik Sipil, UII.
5. Bara Hananta Suthan dan Friany Ika Safitri, 2005, Tugas Akhir, Analisis Kinerja Jalan pada Pertemuan Sebidang antara Jalan Jalan Ipda Tut Harsono Yogyakarta dengan Lintasan Kereta Api , Teknik Sipil, UII.
6. H Pasra Mubassirang, H Ali Nur, Ramli Isran Muhammad, 2005, Analisa Gelombang Kejut Di Area Putar Balik Arah (PBA) kendaraan Pada Ruas Jalan Tipe 6 Lajur 2 Arah Terbagi (6/2D), Simposium FSTPT, Universitas Sriwijaya Palembang.
7. May Adolf D, *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey 07632.

8. Oglesby, C.H., Hick, 1993, *Teknik Jalan Raya*, Edisi ke-empat, Erlangga, Surabaya.
9. Salter, R.J. 1976 (revised edition), *HIGHWAY TRAFFIC ANALYSIS AND DESIGN*, The Macmillan Press LTD.
10. Singgih, S., 2000, *SPSS Statistik Parametrik*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
11. Sugiyono, 2005, *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
12. Tamin, Ofyar Z., 2003, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi (Contoh Soal dan Aplikasi)*, Edisi ke-dua, ITB, Bandung.

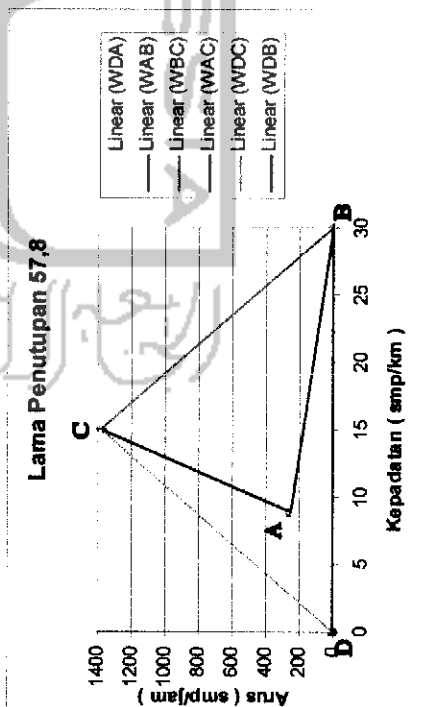
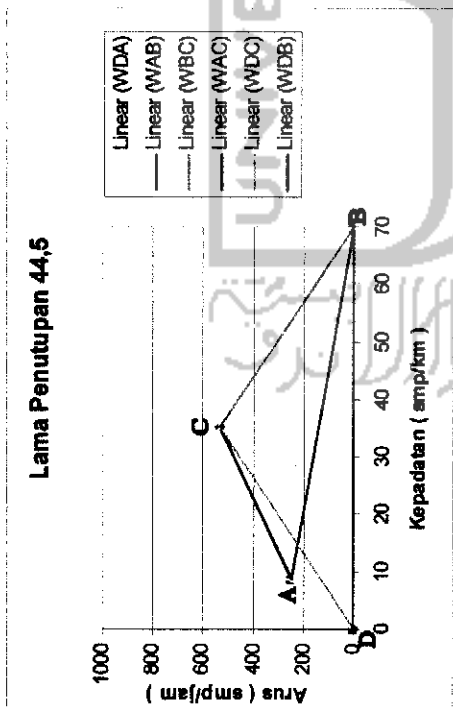
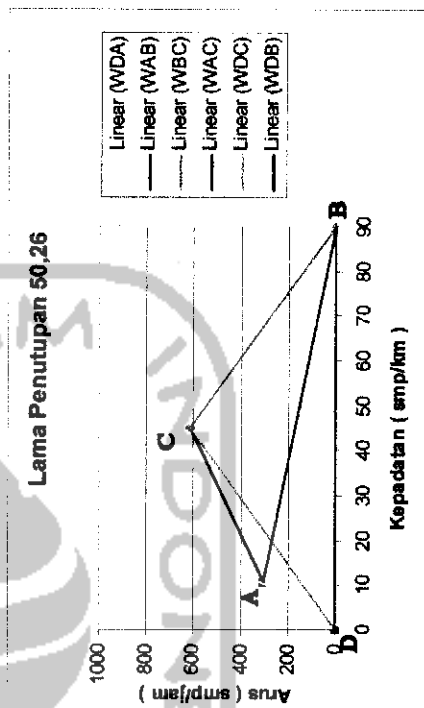
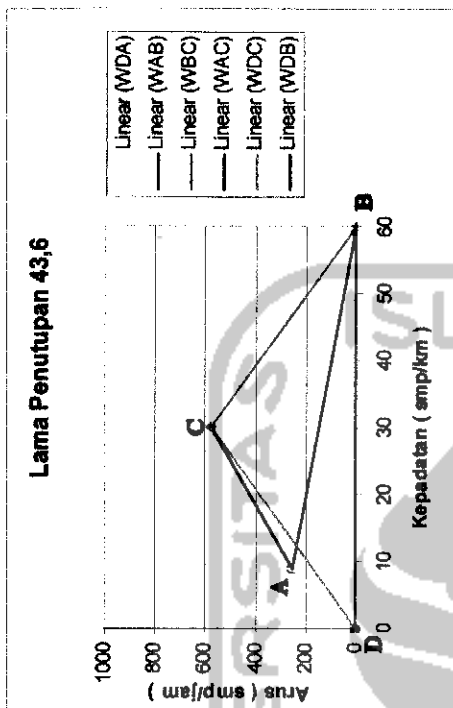


LAMPIRAN

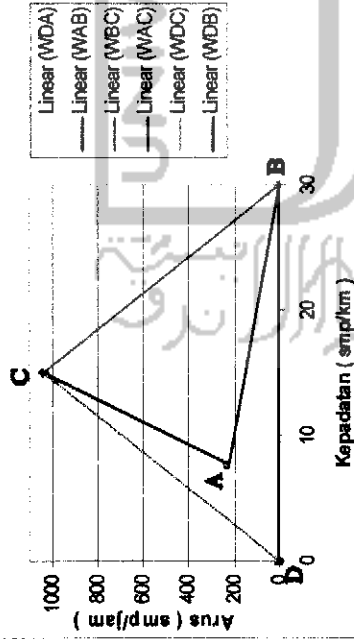


Lama Penutupan (detik)	qA	qB	qC	qD	kA	kB	kC	ω_{DA} (km/jam)	ω_{DB} (km/jam)	ω_{AB} (km/jam)	ω_{DC} (km/jam)	ω_{BC} (km/jam)	ω_{AC} (km/jam)	QM (km)	QM (m)	Waktu Penormalan (menit)
44,5	247,4	0	536,73	0	8,66	70	35,0	28,57	0	-4,03	15,34	-15,34	10,98	0,07	70	0,63
43,6	255	0	575,06	0	8,95	75	37,5	28,49	0	-3,86	15,34	-15,34	11,21	0,06	60	0,58
57,8	255	0	1380,15	0	8,95	180	90,0	28,49	0	-1,49	15,34	-15,34	13,88	0,03	30	0,22
50,26	303,9	0	613,40	0	10,84	80	40,0	28,04	0	-4,39	15,34	-15,34	10,61	0,09	90	0,82
61,06	223	0	1035,11	0	7,74	135	67,5	28,81	0	-1,75	15,34	-15,34	13,59	0,03	30	0,28
61,07	223	0	920,10	0	7,74	120	60,0	28,81	0	-1,99	15,34	-15,34	13,34	0,04	40	0,33
58,19	251,5	0	950,77	0	8,81	124	62,0	28,55	0	-2,18	15,34	-15,34	13,15	0,04	40	0,35
61,02	251,5	0	1035,11	0	8,81	135	67,5	28,55	0	-1,99	15,34	-15,34	13,35	0,04	40	0,33
61,01	296,8	0	881,76	0	10,56	115	57,5	28,11	0	-2,84	15,34	-15,34	12,46	0,06	60	0,52
59,02	282	0	1035,11	0	9,98	135	67,5	28,26	0	-2,26	15,34	-15,34	13,09	0,04	40	0,37
61	268,4	0	1226,80	0	9,46	160	80,0	28,37	0	-1,78	15,34	-15,34	13,59	0,03	30	0,28
61,09	220,5	0	1226,80	0	7,65	160	80,0	28,82	0	-1,45	15,34	-15,34	13,91	0,03	30	0,37
53,3	295,3	0	690,08	0	10,50	90	45,0	28,12	0	-3,71	15,34	-15,34	11,44	0,07	70	0,22
61,12	263,84	0	996,24	0	9,31	129,93	64,965	28,34	0	-2,19	15,335	-15,335	13,16	0,043	43	0,66

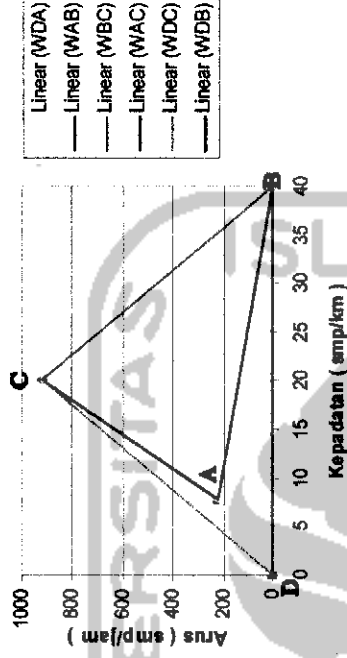
Lampiran 1 Berbagai Nilai Dan Bentuk Grafik Shock Wave Akibat Pengoperasian Pintu Lintasan Kereta Api



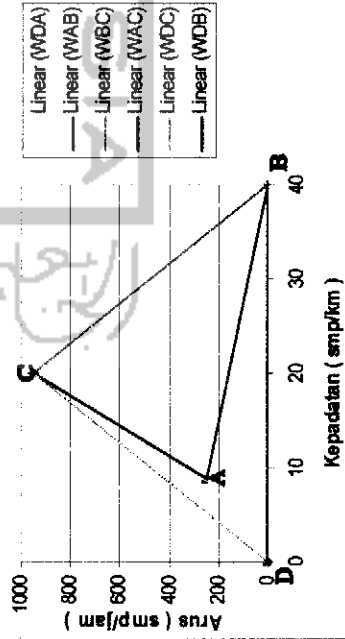
Lama Penutupan 61,06



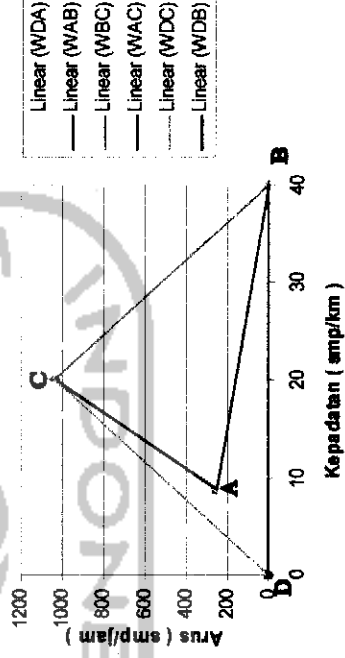
Lama Penutupan 61,07



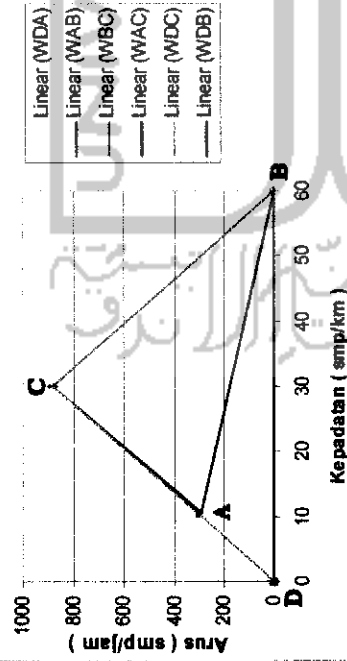
Lama Penutupan 58,19



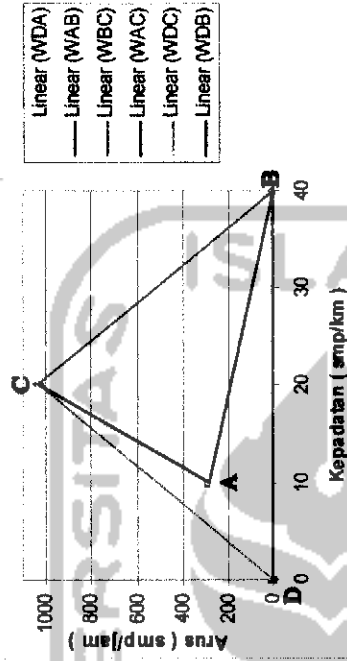
Lama Penutupan 61,02



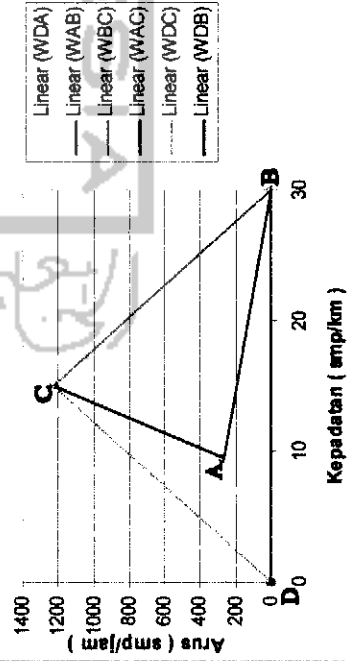
Lama Penutupan 61,01



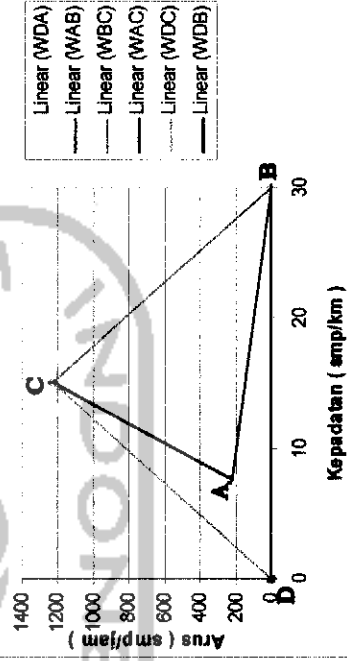
Lama Penutupan 59,02



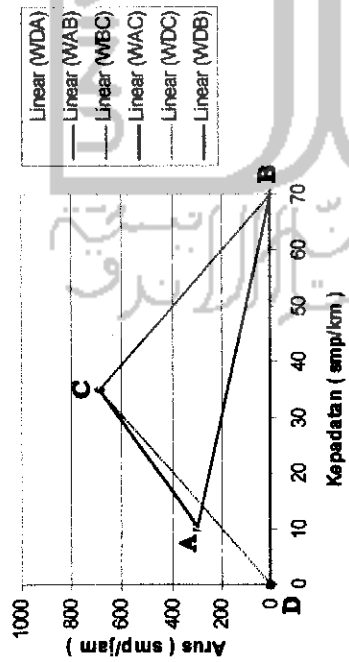
Lama Penutupan 61,00



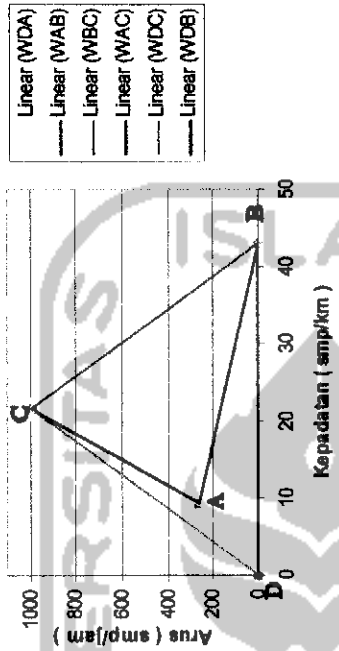
Lama Penutupan 61,09



Lama Penutupan 53,3



Lama Penutupan 61,12



Lampiran 2 Jadwal Kedatangan Dan Keberangkatan Kereta Api

No	No Kereta Api	Nama Kereta Api	Relasi	Jam Lewat
1	761	Pramex I	SL - YK	06.35
2	2350 F	Semen	KRL - SL	06.46
3	762	Pramex II	YK - PL	07.06
4	108	Sancaka III	YK - SB	07.34
5	166	Sri Tanjung	LPN - BW	07.46
6	1414 F	BBM	RPL - SL	08.00
7	1412 F	BBM	RWL - KD	08.06
8	1018 F	Semen	KYA - SL	08.26
9	9	Argo Lawu	SL - GMR	08.45
10	3362	Pupuk	CP - SL	08.49
11	763	Pramex III	PL - YK	09.35
12	95	Lodaya	SL - BD	09.49
13	764	Pramex IV	YK - SK	10.06
14	95	Semen	SL - KL	10.23
15	764	Logawa	PWT - JR	10.31
16	2355	BBM	RWL - MN	10.41
17	160	BBM	SL - RWL	10.49
18	1402 F	Pasundan	SB - KAC	11.06
19	1413	Argo Wilis	SB - BD	11.22

No	No Kereta Api	Nama Kereta Api	Relasi	Jam Lewat
20	151	Semen	SL - KYA	11.28
21	13 F	BBM	RWL - MN	11.31
22	1017 F	Sancaka III	SB - YK	12.07
23	1404	Pramex V	SK - YK	12.42
24	105	Pramex VI	YK - SK	13.06
25	765	Pupuk	SL - CP	13.19
26	766	Argo Willis	PD - SB	13.26
27	3361	BBM	KD - RWL	14.08
28	14 F	Pasundan	KAC - SB	14.12
29	1411 F	Lodaya	BD - SL	14.25
30	152	Semen	SR - KRL	14.36
31	94	Logawa	JR - PWT	14.48
32	2357	Argo Dwipangga	SL - GMR	14.56
33	159	BBM	SL - RWL	15.10
34	12	Pramex VII	SK - YK	15.20
35	1413 F	Sancaka II	YK - SB	16.03
36	767	Pramex VIII	YK - PL	16.16
37	106	Semen	SL - KRL	16.27
38	768	BBM	RWL - SL	17.00
39	2351 F	BBM	SL - RWL	17.24



No	No Kereta Api	Nama Kereta Api	Relasi	Jam Lewat
40	2354	Semen	SL - KRL	17.31
41	155	Bengawan	RWL - SL	18.05
42	165	Sritanjung	SL - RWL	18.30
43	769	Pramex IX	KRL - SL	18.40
44	123	Senja Utama SLO	SK - TNB	19.04
45	770	Pramex X	BW - LPN	19.07
46	107	Sancaka III	PL - YK	19.39
47	145	GBM Selatan	SL - PSE	19.56
48	153	Kahuripan	KD - BD	20.10
49	119	Jaya Raya SEL	SB - BSE	20.21
50	1401	BBM	MN - RWL	20.33
51	11	Argo Dwipangga	SL - GMR	20.46
52	93	Lodaya	SL - BD	21.04
53	121	Mutiara SEL	SB - BD	21.15
54	37	Bima	SB - JAK	21.42
55	35	Gajayana	ML - GMR	21.56
56	2394 F	TSK	KRL - SL	22.01
57	120	Jaya Raya SEL	PSE - SB	22.24
58	41	Turangga	SB - BD	22.33
59	146	GBM Selatan	PSE - SB	22.36

No	No Kereta Api	Nama Kereta Api	Relasi	Jam Lewat
60	1405 F	BBM	SL - RWL	22.51
61	1415	BBM	SL - RWL	23.54
62	1406	BBM	RWL - SL	00.04
63	1401 F	BBM	MN - RWL	00.09
64	122	Mutiara SEL	BD - SB	00.32
65	38	Bima	GMR - ML	00.47
66	42	Turangga	BD - SB	01.15
67	36	Gajayana	GMR - ML	01.29
68	1403	BBM	MN - RWL	01.49
69	2356	Semen	KRL - SL	01.54
70	1406 F	BBM	RWL - SL	02.24
71	10	Argo Lawu	GMR - SL	02.56
72	96	Lodaya	BD - SL	03.06
73	154	Kahuripan	BD - KD	03.31
74	2393 F	TSK	SL - KRL	04.08
75	1414	BBM	RWL - SL	04.15
76	156	Bengawan	THB - SK	05.18
77	124	Senja Utama SLO	PSE - SL	05.28
78	1402	BBM	RWL - MN	05.46

Lampiran 3 Tabel Nilai – Nilai Dalam Distribusi t

α untuk uji dua pihak (two tail test)						
	0.50	0.20	0,100	0,050	0,020	0.01
α untuk uji satu Shalt (one tail test)						
dk	0,250	0,100	0,005	0,025	0,010	0,005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,486	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,308	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,165
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,178	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,132	2,623	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,743	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750

Lampiran 3 Tabel Nilai – Nilai Dalam Distribusi t

α untuk uji dua pihak (two tail test)						
	0.50	0.20	0,100	0,050	0,020	0.01
α untuk uji satu Shalt (one tail test)						
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
~	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576



Lampiran 4 Tabel Nilai – Nilai r Product Moment

N	Tarf Signif		N	Tarf Signif		N	Tarf Signif	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	50	0,279	0,361
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	55	0,266	0,345
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	60	0,254	0,330
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	65	0,244	0,317
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456	70	0,235	0,306
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	75	0,227	0,296
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	80	0,220	0,286
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	85	0,213	0,278
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	90	0,207	0,270
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	95	0,202	0,263
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	100	0,195	0,256
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413	125	0,176	0,230
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408	150	0,159	0,210
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	175	0,148	0,194
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	200	0,138	0,181
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	300	0,113	0,148
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	400	0,098	0,128
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	500	0,088	0,115
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	600	0,080	0,105
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376	700	0,074	0,097
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	800	0,070	0,091
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	900	0,065	0,086
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364	1000	0,062	0,081
26	0,388	0,496						



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO. MHS.	BID. STUDI
1.	SOLIMIN	00511026	Teknik Sipil
2.	INDIYOKO NARUSIANTO	00511152	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Lama Penutupan Pintu Kereta Api terhadap Panjang Antrian Tundaan
 Kendaraan Pada Ruas Jalan Mojo Baeiro - Jogjakarta

PERIODE KE : 1 (Sep 05 - Feb 06)
 TAHUN : 2005 - 2006
 Sampai akhir Pebruari 2006

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		SEP	OKT	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Bachmas J. H.MSc

Dosen Pembimbing II : Barlian Kusnan Jr. M.Eng



Jogjakarta, 10-Sep-06
 an Dekan



Muhammad Adhir, MS

Caes
 Semu
 Sidang
 Pendadaran



INSTRUMEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
ILGAS AND PARTNER

PERIODE KE-
 TAHUN
 SAMPAI

NO	NAMA
1	SEPTIAN
2	MOYAN

