

## PENGARUH PENUTUPAN PINTU PERLINTASAN KERETA API TERHADAP TUNDAAN DAN PANJANG ANTRIAN KENDARAAN PADA JALAN BUNG TOMO SURABAYA

**Mohamad Djaelani**

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email: sipil@untag-sby.ac.id

### **Abstract**

*Congestion and delays in urban areas is a critical problem faced by many large cities, especially in the region of East Java, especially in Surabaya has resulted in an increased mobility of people and goods where the rate of vehicle ownership and traffic congestion often occurs highway traffic, the purpose of this study is to find a model suitable to describe the relationship between the length of delay due to the closure of railroad crossings and traffic volume, the degree of saturation of traffic conditions, and queue length variation due to the closure of the old railroad crossings and traffic volume. To obtain sufficient data variation, the data collection for 4 days that is Monday, Tuesday, Wednesday and Thursday with a time of observation for approximately 11 hours starting from 06:00 pm until 18:00 pm. In addition to the data variable traffic volume, long crossings closures, delays and queue length measurements done anyway EMP (passenger car equivalent)*

*During 4 (four) days of observation group the data obtained at the same time closing the crossings with a total sample of 203 groups of data. Old variable closing crossings are used to determine how much influence the closure of crossings to the long delay (delay) and the length of the queue (queue). Variations long closure while crossing tabulated in the appendix to the maximum value, minimum and average length of the closure of crossings is the maximum value of 183.75 seconds, the minimum value of 26.28 seconds, 71.68 seconds average. Observation of traffic volume made every fifteen-min during the observation period. During the four days of observation obtained maximum value of traffic volume 2,221.60 smp / hour / lane, the minimum value 964.00 smp / hour / lane, average 1,620.47 smp / hour / lane Observations stopped time delay is performed to determine how the average delay experienced by the vehicle during the crossing closed doors. During the 4 days of observation obtained maximum value of stopped time delay 6,832.60 sec vehicle / lane minimum value 81.33 sec vehicle/lane, average 1,197.99 sec vehicle / lane*

**Keyword :** *Delay Time*

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain. Sejalan dengan pesatnya pembangunan yang berwawasan nasional maka prasarana maupun sarana

transportasi darat merupakan tulang punggung bagi sektor pendukung lainnya.

Dan menurut Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No:SK770/KA.401/DRDJ/2005 kemiringan jalan pada perlintasan sebesar 2% dari sisi terluar permukaan datar untuk jarak 9.4 meter. Sedangkan pada perlintasan sebidang jalan di Jalan Bung Tomo Surabaya ini telah lebih dari 2% dan ini

menyebabkan kendaraan semakin lama melewati perlintasan dan mengakibatkan antrian serta tingkat kepadatan di jalan tersebut semakin tinggi, sampai pada kepadatan macet bila volume kendaraan pada pendekatan perlintasan tersebut sedemikian besar. Dan bagaimana panjang antrian dan tundaan akibat penutupan perlintasan saat kereta api melintas dan perlintasan ini merupakan jalur utama kereta api menuju arah selatan dengan frekuensi tinggi yaitu perjalanan Surabaya-Malang, Surabaya-Pasuruan, Surabaya-Madiun. (Sitorus, 2013).

Jalan Bung Tomo merupakan jalan yang padat lalulintasnya terutama pada jam-jam sibuk yaitu pagi hari dan sore hari dan bahkan siang hari. Ruas jalan ini mengalami pertemuan sebidang dengan jalan kereta api yang menimbulkan masalah. Permasalahan yang tampak adalah bila volume kendaraan pada pendekatan perlintasan sedemikian besar maka akan menimbulkan tundaan dan panjang antrian yang cukup berarti sehingga terciptalah suatu gangguan pada sistem transportasi, yang ditandai dengan menurunnya kinerja perlintasan.

Oleh sebab itu penelitian dengan judul Pengaruh Penutupan Pintu Kereta Api Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan Pada Jalan Bung Tomo Surabaya ini perlu dilakukan.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh tundaan akibat lamanya penutupan pintu perlintasan kereta api dan volume lalulintas ?
2. Bagaimana pengaruh panjang antrian akibat variasi lama penutupan pintu perlintasan kereta api dan volume lalulintas ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mencari pengaruh tundaan akibat lamanya penutupan pintu perlintasan kereta api dan volume lalulintas.
2. Mencari pengaruh panjang antrian akibat variasi lama penutupan pintu

perlintasan kereta api dan volume lalulintas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perlintasan

Salah satu penyebab utama terganggunya arus lalulintas jalan raya adalah adanya rambu lalulintas pada persimpangan, karena gerakan kendaraan akan berhenti secara periodik pada persimpangan. Pertemuan sebidang antara jalan kereta api dan jalan raya merupakan salah satu jenis persimpangan antar moda yang secara periodik akan mengganggu kelancaran lalulintas di jalan raya.

### 2.2. Arus Lalulintas

Arus lalulintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam kendaraan / jam, smp / jam atau lalulintas harian rata-rata. Arus lalulintas dapat dibedakan menjadi arus lalulintas terganggu dan arus lalulintas tidak terganggu. Arus lalulintas pada perlintasan kereta api adalah salah satu contoh arus lalulintas yang terganggu.

### 2.3. Volume dan Arus Rata-rata

Volume dan arus rata-rata adalah suatu pengukuran yang menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi sebuah titik pada lajur atau jalan selama interval waktu tertentu.

Arus rata-rata adalah rata-rata kendaraan / jam dimana kendaraan melewati sebuah titik atau bagian dari lajur atau jalan selama interval waktu tertentu yang besarnya kurang dari 1 jam, biasanya 15 menit.

Arus rata-rata puncak dihubungkan dengan volume dalam satu jam oleh faktor jam puncak atau Peak Hour Factor (PHF).

$$PHF = \frac{\text{Volume dalam 1 jam}}{\text{Arus rata-rata puncak}}$$

Jika periode 15 menitan yang dipakai maka rumus yang digunakan :

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

dimana :

PHF = peak hour factor

V = volume / jam

V<sub>15</sub> = volume pada kondisi puncak selama periode 15 menit dalam satu jam

Jika peak hour factor diketahui, hal ini mungkin bisa digunakan untuk menghitung arus jenuh rata-rata :

$$V_{15} = \frac{V}{PHF}$$

dimana :

V<sub>15</sub> = arus puncak rata-2 pada periode 15 menitan

V = volume puncak / jam

PHF = peak hour factor

Pemilihan interval waktu perlu dilakukan untuk mendapatkan arus maksimum pada periode 15 menitan, kemudian rata-rata arus maksimum periode 15 menitan dikalikan 4.

#### 2.4. Derajat Kejenuhan Jalan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai perbandingan arus lalu lintas terhadap kapasitas (biasanya dihitung per jam) dan dapat digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = \frac{Q}{C}$$

dimana :

DS = degree of saturation

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

#### 2.5. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah volume maksimum kendaraan dimana lalu lintas masih dapat lewat sepanjang jalan tersebut pada keadaan tertentu. Hal ini berguna sebagai tolok ukur dalam penetapan

keadaan lalu lintas sekarang atau pengaruh dari usulan pengembangan baru.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 memberikan panduan untuk menentukan kapasitas jalan dalam kota, yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas

FC<sub>SP</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah atau distribusi arah

FC<sub>SF</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping

FC<sub>CS</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota

#### 2.6. Antrian (Queue)

Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat. Antrian dipengaruhi oleh fasilitas. Jika fasilitas yang ada mampu melayani permintaan lalu lintas yang terjadi maka suatu sistem antrian akan dapat berjalan dengan lancar, tetapi bila permintaan yang terjadi terlalu besar sehingga fasilitas tidak mampu melayani maka akan timbul antrian atau kemacetan.

Rumusan yang dapat dipakai dalam menghitung parameter kinerja ruas jalan akibat adanya perlintasan kereta api, pedestrian dan persimpangan adalah sebagai berikut :

$$t_Q = \frac{\mu \cdot r}{\mu - \lambda}$$

$$N_Q = \frac{\lambda \cdot t_Q}{3600}$$

$$Q_m = \frac{\lambda \cdot r}{3600}$$

$$Q_Q = \frac{7200}{\lambda \cdot r}$$

$$Q = \frac{\mu}{7200 \cdot C}$$

dimana :

- $\mu$  = kapasitas (smp / jam)
- $\lambda$  = volume lalulintas (smp/jam)
- $r$  = lama waktu menyeberang terlama (detik)
- $C$  = waktu siklus
- $t_Q$  = lama waktu dalam antrian (detik, jam)
- $N_Q$  = jumlah kendaraan yang mengalami antrian (kendaraan / cycle)
- $Q_m$  = panjang antrian maksimum (kendaraan)
- $Q_Q$  = panjang antrian rata-rata saat terjadi antrian (kendaraan, smp)
- $Q$  = panjang antrian rata-rata (kendaraan, smp)

Jumlah kendaraan dalam antrian ditunjukkan oleh proyeksi garis vertikal pada segitiga antrian. Kendaraan pertama yang memasuki adalah kendaraan yang datang setelah periode merah. Semua kendaraan yang datang selama periode merah namun sebelum periode hijau akan terpaksa berhenti atau memperlambat gerakannya secara signifikan. Nilainya akan berkisar antara  $\lambda r$  dan  $\lambda C$  dan ini menunjukkan jumlah kendaraan dalam antrian.

## 2.7. Tundaan (*delay*)

Oleh karena itu tundaan adalah parameter yang sangat esensial dalam pengaturan lalulintas terutama pada persimpangan baik persimpangan sebidang maupun persimpangan tidak sebidang.

Ada beberapa istilah tundaan antara lain :

1. *Operational delay*, adalah tundaan yang disebabkan oleh gangguan komponen lalu lintas atau tundaan yang terjadi akibat pengaruh lalulintas.
2. *Fixed delay*, adalah tundaan yang disebabkan oleh alat pengatur lalulintas terutama pada persimpangan (seperti : lampu lalulintas, tanda henti dan perpotongan jalan kereta api).
3. *Stopped time delay*, adalah periode waktu dimana kendaraan berhenti / stasioner karena suatu hal yang mempengaruhi perjalanannya.
4. *Travel time delay / total time delay*, adalah *stopped time delay* ditambah

dengan *delay* akibat percepatan dan perlambatan kendaraan ketika mendekati dan menjauhi sumber gangguan.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan

### 3.2. Lokasi Studi

Studi ini mengambil lokasi di Jalan Bung Tomo Surabaya, dimana arus lalu lintas pada ruas tersebut sangat padat dan juga pada ruas tersebut mengalami pertemuan sebidang dengan jalan kereta api. Lalulintas yang melewati pada ruas tersebut sebagian besar adalah mobil penumpang, angkutan umum, truk, sepeda motor dan sepeda.

### 3.3. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini ada dua, yaitu data primer dan data sekunder.

#### 3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari survey langsung di lapangan yang meliputi :

- a. Data volume lalulintas.
- b. Data lama penutupan perlintasan.
- c. Tundaan / Delay
- d. Panjang antrian

#### 3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah data lalulintas, data perjalanan kereta api (jadwal kereta api yang melintas), data durasi penutupan pintu perlintasan kereta api.

## IV. PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

### 4.1. Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan variasi data yang cukup memadai maka dilakukan pengumpulan data selama 4 hari yaitu hari Sabtu, Selasa, Rabu dan Kamis dengan waktu pengamatan selama kurang lebih 11 jam yaitu dimulai dari pukul 06.00 wib sampai dengan pukul 18.00 wib.

#### 4.2. Kondisi Lalulintas

Ruas Jalan Bung Tomo terletak pada daerah perkotaan dengan hambatan samping yang cukup tinggi. Komposisi lalulintas yang ada beraneka ragam mulai dari mobil penumpang, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor (*mix traffic*). Adapun data-data pada ruas jalan Bung Tomo yang berkaitan dengan perlintasan kereta api adalah sebagai berikut :

- No. JPL : 14
- Nama Jalan : Jl Bung Tomo
- Kabupaten / Kota : Kota Surabaya
- Lebar Jalan : 18m(2x3.00m+  
3.00 m + 3.00 m)
- Jumlah Jalur : 2 jalur
- Jumlah Lajur / Arah : 3 / 2
- Tipe Perlintasan : sebidang dng  
pintu perlintasan
- Jumlah KA Melintas : 77 KA / hari
- Signal : sirine, genta
- Tipe Pintu Perlintasan : otomatis
- Kelas Jalan : Arteri Sekunder

#### 4.3. Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Volume lalulintas biasanya tidak terdiri dari satu jenis kendaraan, oleh karena itu sesuai dengan unit yang digunakan untuk dianalisa maka perlu menggunakan unit yang sama. Volume lalulintas yang diobservasi satu arah satu jurusan dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekuivalensi mobil penumpang (emp).

Tabel 4.1. Angka Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

JENIS KENDARAAN	EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG (EMP) (dalam keadaan berhenti)
Mobil Penumpang	1.00
Kendaraan Berat	1.40
Sepeda Motor	0.20
Kendaraan tidak bermotor (sepeda)	0.17

Sumber : MKJI PU Bina Marga 1997

#### 4.4. Jumlah Sampel

Selama 4 hari pengamatan didapat data kelompok pada saat yang sama terjadinya penutupan perlintasan dengan jumlah total sampel kelompok 203 data dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 4.2. Jumlah Sampel Data Penelitian

HARI	JUMLAH DATA
Sabtu	52
Selasa	50
Rabu	51
Kamis	50

Sumber : Hasil Pengamatan Lapangan

#### 4.5. Lama Penutupan Perlintasan

Variabel lama penutupan perlintasan digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lama penutupan pintu perlintasan terhadap tundaan (*delay*) dan panjang antrian (*queue*). Variasi lama penutupan perlintasan ditabulasikan dalam lampiran sedangkan untuk nilai maksimum, minimum dan rata-rata lama penutupan pintu perlintasan adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.3. Nilai Maksimum, Minimum dan Rata-Rata Lama Penutupan Perlintasan Selama Pengamatan

Lama Penutupan Pintu Perlintasan (dt)	Hari			
	Sabtu	Selasa	Rabu	Kamis
Nilai Maksimum	157.00	178.32	142.56	<b>183.75</b>
J a m	15 : 49	16:14-16:16	12:29-12:30	16 : 16
Nilai Minimum	30.20	33.89	34.21	<b>26.28</b>
J a m	12 : 43	07 : 50	08 : 35	15 : 10
Nilai Rata-Rata	68.22	71.16	73.01	74.33

Sumber : Hasil Pengamatan

Selama empat hari pengamatan diperoleh lama penutupan pintu perlintasan sebagai berikut :

Nilai maksimum = 183.75 detik  
 Nilai minimum = 26.28 detik  
 Rata-rata = 71.68 detik

#### 4.6. Volume Lalulintas

Pengamatan volume lalulintas dilakukan setiap lima belas menitan selama periode pengamatan dan dapat dilihat pada grafik. Total volume lalulintas untuk sepeda dan becak tidak ikut dijumlahkan karena volumenya relatif kecil jika dibandingkan dengan mobil penumpang, kendaraan berat dan sepeda motor. Variasi volume lalulintas ditabulasikan dalam lampiran sedangkan untuk nilai maksimum, minimum dan rata-rata volume lalulintas adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.4. Nilai Maksimum, Minimum dan Rata-Rata Volume Lalulintas Selama 4 Hari Pengamatan

Volume Lalulintas (smp/jam/jalur)	Hari			
	Sabtu	Selasa	Rabu	Kamis
Nilai Maksimum	2,096.00	2,198.40	1,999.20	<b>2,221.60</b>
J a m	11 : 07	07 : 35	07 : 17	07 : 57
Nilai Minimum	1,012.80	1,001.60	<b>964.00</b>	1,256.80
J a m	06 : 44	14 : 48	11 : 19	17 : 25
Nilai Rata-Rata	1,481.54	1,612.32	1,676.28	1,711.74

Sumber : Hasil Pengamatan selama 4 hari

Selama empat hari pengamatan diperoleh volume lalulintas sebagai berikut :

Nilai maksimum = 2,221.60 smp/jam/jalur  
 Nilai minimum = 964.00 smp/jam/jalur  
 Rata-rata = 1,620.47 smp/jam/jalur

Tabel 4.5. Volume jam puncak selama empat hari pengamatan

Hari Pengamatan	Volume Lalulintas Jam Puncak (smp/jam/jalur)	Jam Puncak
Sabtu	2,096.00	11.00 - 11.15
Selasa	2,198.40	07.30 - 07.45
Rabu	<b>2,358.40</b>	<b>07.30 - 07.45</b>
Kamis	2,221.60	07.45 - 08.00

Volume lalulintas jam puncak tertinggi terjadi pada hari Rabu yaitu 2,358.40 smp/jam/jalur pada jam 07.30 - 07.45.

#### 4.7. Tundaan Rata-rata UNDAAN

##### RATA-RATA (stopped time delay)

Pengamatan *stopped time delay* dilakukan untuk mengetahui berapa tundaan rata-rata yang dialami kendaraan pada saat pintu perlintasan ditutup. Dalam survey tundaan (*delay*) ini ruas jalan dibagi dalam beberapa segmen dimana tiap segmen berjarak 25 meter, kemudian dilakukan pengamatan terhadap kendaraan yang ada dalam antrian. Variasi *stopped time delay* ditabulasikan dalam lampiran sedangkan untuk nilai maksimum, minimum dan rata-rata *stopped time delay* adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.6. Nilai Maksimum, Minimum dan Rata-Rata Stopped Time Delay Selama 4 Hari Pengamatan

Stopped Time Delay (dt kend/jalur)	Hari			
	Sabtu	Selasa	Rabu	Kamis
Nilai Maksimum	5,253.32	<b>6,832.60</b>	3,446.55	5,411.54
J a m	11 : 36	16 : 52	16 : 18	16 : 16
Nilai Minimum	150.58	240.11	<b>81.33</b>	216.18
J a m	12 : 20	08 : 20	12 : 11	12 : 20
Nilai Rata-Rata	1,043.78	1,304.62	1,215.52	1,228.03

Sumber: Hasil Pengamatan Selama 4 hari

Selama empat hari pengamatan diperoleh stopped time delay sebagai berikut :

Nilai maksimum = 6,832.60 dt kend/jalur  
 Nilai minimum = 81.33 dt kend/jalur  
 Rata-rata = 1,197.99 dt kend/jalur

#### 4.8 Panjang Antrian

Pengamatan mengenai panjang antrian dilakukan dengan pencacahan jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian dan selanjutnya diubah dalam nilai satuan mobil penumpang dengan mengalikan ekivalensi mobil penumpang. Variasi panjang antrian ditabulasikan dalam lampiran sedangkan untuk nilai maksimum, minimum dan rata-rata panjang antrian adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.7. Nilai Maksimum, Minimum dan Rata-Rata Panjang Antrian Selama 4 Hari Pengamatan

Panjang Antrian (smp/jalur)	Hari			
	Sabtu	Selasa	Rabu	Kamis
Nilai Maksimum	58.54	<b>70.21</b>	60.48	66.85
J a m	11 : 36	16 : 52	16 : 18	16 : 16
Nilai Minimum	13.40	15.37	<b>7.17</b>	16.54
J a m	13 : 24	12 : 38	12 : 11	09 : 57
Nilai Rata-Rata	32.50	37.74	38.53	38.25

Sumber : Hasil Pengamatan

Selama empat hari pengamatan diperoleh panjang antrian sebagai berikut :

Nilai maksimum = 70.21 smp/jalur  
 Nilai minimum = 7.17 smp/jalur  
 Rata-rata = 36.75 smp/jalur

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dalam studi ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Lama penutupan pintu perlintasan kereta api memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya tundaan (*delay*) dan panjang antrian (*queue*) dengan faktor pengaruh lama penutupan pintu perlintasan kereta api dengan tundaan sebesar 0.878 dan faktor pengaruh lama penutupan pintu perlintasan kereta api dengan panjang antrian sebesar 0.743.  
 Lama penutupan pintu perlintasan kereta api tertinggi selama 4 hari pengamatan terjadi pada hari Kamis yaitu sebesar 183.75 dt.  
 Tundaan (*delay*) maksimum terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 6,832.60 dt kend/jalur.
2. Volume lalu lintas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya panjang antrian dengan faktor pengaruh sebesar 0.146 dan memberikan pengaruh yang lemah terhadap tundaan (*delay*) dengan faktor pengaruh sebesar -0.035.  
 Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Kamis yaitu sebesar 2,221.60

smp/jam/jalur pada jam 07.57 sedangkan volume lalu lintas pada jam puncak yaitu sebesar 2,358.40 smp/jam/jalur terjadi pada hari Rabu dengan jam puncak terjadi pada jam 07.30 – 07.45 wib.

Panjang antrian maksimum terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 70.21 smp/jalur.

### 5.2. Saran

Setelah dilakukan pengamatan dan penelitian terhadap pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api pada tundaan dan panjang antrian kendaraan di jalan Bung Tomo Surabaya, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk memperlancar arus lalu lintas disekitar perlintasan kereta api, dapat menambah satu lajur lagi di sisi kiri dan satu lajur disisi kanan arah sebaliknya
2. Mengatur ulang waktu siklus traffic light pada simpang disekitar perlintasan kereta api
3. Membangun *Fly Over* diatas jalan kereta api sejauh kondisi jalan dan jalan kereta api yang ada sama dengan kondisi penelitian
4. Membangun *Under Pass* di bawah jalan kereta api yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- ATCS, 2008. Evaluasi Penerapan Area Traffic Control System Di DKI Jakarta, Bandung, dan Surabaya, <http://bstp.hubdat.dephub.go.id/data/arsip/atcs.pdf>. diakses pada tanggal 15 Februari 2014 pukul 19.30 WIB
- Departemen Perhubungan ; “*Undang-Undang No. 13 Tahun 1992 Tentang Perkereta Api*”, Perusahaan Kereta Api.
- Direktorat Jenderal Bina Marga ; “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Pebruari 1997*”, Direktorat Bina Jalan Kota.

- May Adolf D, (1990) ; “Traffic Flow Fundamentals, Practice Hall. Inc, Englewood Cliffs”, New Jersey.
- Morlok (1985) ; “Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi”, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pignataro, Louis J, (1973) ; “Traffic Engineering Theory and Practice, Practice – Hall. Inc, Englewood Cliffs”, New Jersey.
- Priyanto, S (1998) ; “Queue Length Models at Oversaturated Signalized Intersections, Final Report”, Faculty of Engineering Gajah Mada University, Yogyakarta.
- Taylor, MAP, Young. W, Bonsall, PW (1996) ; “Understanding Traffic System”, Avebury Technical England, London.