

HUBUNGAN TUNDAAN DAN PANJANG ANTRIAN TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK PADA LAJUR PENDEKAT SIMPANG (Studi Kasus pada Jalan Arteri Kota Surakarta)

Lukman Khafidz ¹⁾, Agus Sumarsono ²⁾, Amirotul MHM, ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: lukmankha@gmail.com

Abstract

Fuel is one of natural resources which is very limited, so the availability of fuel will become scarce along with the increasing of energy demand, especially in transportation. Increase of the number of vehicles has caused the increasing of fuel consumption for the energy of motor vehicles. Idle time caused by signalized intersection caused fuel consumption is wasted. It makes fuel consumption which is wasted when idle time caused by signalized intersection necessary to be studied. This study aims to analyze the correlation between delay and queue length against fuel consumption caused by signalized intersection in Surakarta City.

The primary survey are to get vehicle volume, delays and queue length at intersection. Fuel consumption based on delay time using the idle formula of LAPI-ITB. The correlation of delay and queue length against fuel consumption using linear regression analysis with fuel consumption (Y, liter) as dependent variable is affected by the independent variable that are delay (X₁, sec) and the queue length (X₂, meter).

Based on the analysis and discussion, the conclusion is the average of delay, queue length and fuel consumption approach intersection in Surakarta are southern approach of Manahan intersection 95,4 sec, 27,6 m and 0,502 liter, southern approach of Sumber intersection 100,8 sec, 45,66 m and 0,316 liter, western approach of Panggung intersection 119,63 sec, 63,2 m and 0,701 liter and western approach of Pedaringan intersection 74,23 sec, 50,68 m and 0,416 liter. The equation model not qualified that can not be used.

Keywords: delay, queue length, signalized intersection, fuel consumption

Abstrak

BBM merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat terbatas, sehingga ketersediaan BBM akan semakin langka seiring meningkatnya kebutuhan energi terutama di bidang transportasi. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan semakin meningkatnya konsumsi BBM untuk energi kendaraan bermotor. Kondisi kendaraan berhenti (*idle*) akibat simpang bersinyal mengakibatkan bahan bakar terbuang percuma. Sehingga penelitian analisa konsumsi BBM yang terbuang pada saat kendaraan berhenti (*idle*) akibat simpang bersinyal perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar akibat simpang bersinyal di Kota Surakarta.

Survei primer yang dilakukan dalam penelitian ini berupa volume kendaraan, lama tundaan dan panjang antrian pada simpang. Konsumsi BBM berdasarkan lama tundaan dengan menggunakan persamaan pada saat berhenti (*idle*) dari LAPI-ITB. Hubungan tundaan dan panjang antrian dengan konsumsi BBM menggunakan analisis regresi linier, dengan nilai konsumsi BBM (Y, liter) sebagai variabel terikat dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu tundaan (X₁, detik) dan panjang antrian (X₂, meter).

Berdasarkan analisis dan pembahasan, kesimpulan yang didapat adalah nilai rata-rata tundaan, panjang antrian dan konsumsi bahan bakar minyak pada masing-masing pendekat simpang di Surakarta secara berturut-turut pendekat selatan Simpang Manahan 95,4 detik, 27,6 m dan 0,502 liter, pendekat selatan Simpang Sumber 100,8 detik, 45,66 m dan 0,316 liter, pendekat barat Simpang Panggung 119,63 detik, 63,2 m dan 0,701 liter dan pendekat barat Simpang Pedaringan 74,23 detik, 50,68 m dan 0,416 liter. Model persamaan yang diperoleh tidak memenuhi kriteria sehingga tidak dapat digunakan.

Kata kunci : tundaan, panjang antrian, simpang bersinyal, konsumsi BBM

PENDAHULUAN

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

Salah satu faktor penting pada sarana transportasi adalah bahan bakar minyak (BBM). Bahan Bakar minyak merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat terbatas, sehingga ketersediaan BBM akan semakin langka seiring meningkatnya kebutuhan energi terutama di bidang transportasi.

Tundaan, panjang antrian, dan konsumsi bahan bakar kendaraan akibat simpang bersinyal menarik untuk diteliti. Karena tundaan yang cukup tinggi dan antrian yang cukup panjang mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang terbuang menjadi lebih banyak. Penelitian ini akan dilakukan pada lajur pendekat simpang jalan arteri. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan suatu aplikasi model yang sesuai untuk menggambarkan hubungan lajur pendekat simpang dengan tundaan, panjang antrian, dan konsumsi bahan bakar.

LANDASAN TEORI

Satuan Mobil Penumpang

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 mendefinisikan satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp. Dalam penelitian ini nilai faktor konversi masing-masing moda untuk kondisi yang terlindung, yaitu kondisi tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus, menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia nilai faktor konversi adalah sebagai berikut :

- a. Sepeda motor, dengan nilai smp = 0,2
- b. Kendaraan ringan, dengan nilai smp = 1,0
- c. Kendaraan berat, dengan nilai smp = 1,3

Tundaan

Tundaan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, disebutkan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan yang dimaksud pada penelitian ini adalah tundaan saat berhenti (*stopped delay*) yaitu waktu saat kendaraan berada dalam kondisi stationer akibat adanya aktifitas di persimpangan. *Stopped delay* disini sama pengertiannya dengan *stopped time*.

Panjang Antrian

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan di depannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Muhamad Isnaeni (2003) meneliti indikator lalu lintas dari sisi lingkungan yaitu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang didalam penelitian tersebut menghitung konsumsi bahan bakar dengan menggunakan formulasi konsumsi bahan bakar yang diajukan oleh LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, sehingga konsumsi bahan bakar dapat diestimasi dengan persamaan berikut :

$$F1 = A + BV + CV^2$$

$$F2 = EV^2$$

$$F3 = D$$

dengan :

$F1$ = Konsumsi BBM pada kecepatan konstan (liter/100 smp-km)

$F2$ = Konsumsi BBM pada saat akselerasi/deselerasi (liter/smp)

$F3$ = Konsumsi BBM pada saat *idle* (liter/smp-jam)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$A = 170.10^{-1}$ $B = -455.10^{-3}$ $C = 490.10^{-5}$ $D = 140. 10^{-2}$ $E = 770. 10^{-8}$

Total konsumsi BBM pada simpang bersinyal menggunakan persamaan $F3$ = konsumsi BBM pada saat *idle*(diam), berdasarkan lama tundaan pada persimpangan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada lajur pendekat simpang jalan arteri kota Surakarta. Simpang Manahan merupakan simpang bersinyal yang ada di Jalan Ahmad Yani yang berpotongan dengan Jalan Adi Sucipto. Simpang Sumber merupakan simpang bersinyal yang ada di Jalan Ahmad Yani yang berpotongan dengan Jalan Letjen Suprpto. Simpang Panggung merupakan pertemuan antara Jalan Kol. Sutarto, Jalan Ahmad Yani, Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Brigjen Katamsi Simpang Pedaringan merupakan simpang bersinyal antara Jalan Sutarto, Jalan Ir. Sutami, Jalan Tentara Pelajar dengan Jalan Kihajar Dewantara. Penelitian dilakukan pada pukul 9.30-10.30 WIB pada hari normal.

Teknik Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Data diperoleh dengan menggunakan metode observasi/pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan data yang diambil meliputi, waktu pada saat kendaraan pertama berhenti (dalam keadaan stationer) sampai kendaraan dalam antrian terakhir mulai bergerak, panjang antrian kendaraan dalam satuan meter, dan jumlah kendaraan dalam antrian.

Analisis data dengan menggunakan analisis regresi linier dengan konsumsi bahan bakar sebagai variabel tidak bebas dan tundaan serta panjang antrian sebagai variabel bebas. Arus lalu lintas yang diperhitungkan hanya yang berada pada jalurnya (kendaraan yang menggunakan jalur lawan tidak diperhitungkan)

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Volume Kendaraan

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Dari data kendaraan yang didapat akan dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp) dengan dikalikan dengan faktor konversi masing-masing jenis kendaraan. Faktor konversi yang digunakan adalah nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diambil dari buku MKJI 1997.

Tundaan dan Panjang Antrian

Tundaan dan panjang antrian didapat dari hasil observasi atau pengamatan langsung di lapangan. Lamanya tundaan didapat dari lama kendaraan mulai menempati posisi dalam antrian pada saat lampu merah (dalam keadaan stationer) sampai dengan kendaraan terakhir dalam antrian mulai bergerak kembali. Tundaan yang terjadi diamati pada kendaraan terdepan dan paling belakang dalam antrian yang dihitung pada masing-masing jalur. Sedangkan panjang antrian diukur dari stop line kendaraan terdepan sampai kendaraan terakhir dalam antrian pada masing-masing jalur. Kendaraan terakhir dalam antrian diartikan sebagai kendaraan terakhir yang berhenti dalam kendaraan stationer. Panjang antrian dihitung berdasarkan tanda yang ditempatkan tiap interval 5 meter pada badan jalan.

Tabel 1. Data Tundaan Rata-rata pada Pendekat Simpang

No.	Lokasi	Tundaan Rata-rata (detik)
1	Simpang Manahan	95.40
2	Simpang Sumber	100.80
3	Simpang Panggung	119.63
4	Simpang Pedaringan	74.23

Tabel 2. Data Panjang Antrian Rata-rata pada Pendekat Simpang

No.	Lokasi	Panjang Antrian Rata-rata (m)
1	Simpang Manahan	35.33
2	Simpang Sumber	45.66
3	Simpang Panggung	63.20
4	Simpang Pedaringan	50.68

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar ini didasarkan pada lama kendaraan mengalami tundaan (*stopped delay*) yang dalam satuan detik yang nantinya akan dihubungkan dengan rumus yang didapat dari LAPI-ITB yaitu khususnya pada saat *idle* sehingga didapat jumlah konsumsi bahan bakar yang diperlukan selama kendaraan tersebut mengalami tundaan akibat lampu merah. Konsumsi bahan bakar didapat dari konstanta yang diperoleh dari LAPI-ITB yaitu $F = 140 \cdot 10^{-2}$ (liter/smp-jam), dikali lama tundaan yang dialami kendaraan dalam satuan detik dan dikalikan dengan jumlah kendaraan dalam satuan smp. Semakin lama kendaraan tersebut mengalami tundaan maka semakin banyak juga bahan bakar yang terkonsumsi secara tidak optimal.

Berikut ini contoh perhitungan pada simpang Manahan untuk memperoleh banyaknya konsumsi bahan bakar untuk satu siklus simpang dengan tundaan sebesar 89 detik dan kendaraan 15.8 smp :

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Bahan Bakar (F)} &= 140 \cdot 10^{-2} \text{ (liter/smp-jam)} \times \text{tundaan} \times \text{smp} \\
 &= 140 \cdot 10^{-2} / 3600 \text{ (liter/smp-detik)} \times \text{tundaan} \times \text{smp} \\
 &= 3,8889 \cdot 10^{-4} \text{ (liter/smp-detik)} \times 89 \text{ detik} \times 15.8 \text{ smp} \\
 &= 0,547 \text{ (liter)}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar Minyak Rata-rata pada Pendekat Simpang

No.	Lokasi	Konsumsi Bahan Bakar Rata-rata (liter)
1	Simpang Manahan	0.502
2	Simpang Sumber	0.316
3	Simpang Panggung	0.701
4	Simpang Pedaringan	0.416

Analisis Pengaruh Lama Tundaan (*stopped delay*) dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Dengan Rumus LAPI – ITB

Hubungan lama tundaan dan panjang antrian sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menganalisis bagaimana hubungan panjang antrian dan lama tundaan terhadap konsumsi bahan bakar yang terjadi pada lajur pendekat simpang jalan arteri kota Surakarta. Hubungan ini dianalisis dengan metode regresi linier.

Tabel 4. Persamaan Hasil Uji Statistik dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	Persamaan
Manahan	$Y = -1.340 + 0.013 X_1 + 0.017 X_2$
Sumber	$Y = -0.403 + 0.005 X_1 + 0.005 X_2$
Panggung	$Y = -0.749 + 0.007 X_1 + 0.010 X_2$
Pedaringan	$Y = -0.587 + 0.010 X_1 + 0.005 X_2$
Simpang Total	$Y = -0.267 + 0.004 X_1 + 0.007 X_2$

Tabel 5. Hasil Uji Statistik dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	R ²	r	t-Test	Uji F
Manahan	0.756	0.870	Koefisien signifikan	Variabel signifikan
Sumber	0.860	0.928	Koefisien signifikan	Variabel signifikan
Panggung	0.881	0.939	Koefisien tidak signifikan	Variabel signifikan
Pedaringan	0.360	0.600	Koefisien tidak signifikan	Variabel signifikan
Simpang Total	0.611	0.782	Koefisien signifikan	Variabel signifikan

Tabel 6. Hasil Uji Kriteria BLUE dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	Kriteria BLUE
Manahan	Tidak OK
Sumber	Tidak OK
Panggung	Tidak OK
Pedaringan	Tidak OK
Simpang Total	Tidak OK

Dari Tabel 6 diketahui bahwa persamaan dari kelima percobaan pada *SPSS 16* tidak ada yang memenuhi kriteria BLUE. Oleh karena itu selanjutnya akan dicoba dengan analisa linear sederhana dengan menggunakan satu parameter yaitu lama tundaan. Berikut hasil dari percobaan perhitungan *SPSS 16* ditampilkan dalam tabel.

Tabel 7. Persamaan Hasil Uji Statistik dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	Persamaan
Manahan	$Y = -0.495 + 0.010 X_1$
Sumber	$Y = -0.833 + 0.011 X_1$
Panggung	$Y = -2.419 + 0.026 X_1$
Pedaringan	$Y = -0.718 + 0.015 X_1$
Simpang Total	$Y = -0.199 + 0.007 X_1$

Tabel 8. Hasil Uji Statistik dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	R ²	r	t-Test	Uji F
Manahan	0.139	0.327	Koefisien tidak signifikan	Variabel signifikan
Sumber	0.453	0.673	Koefisien signifikan	Variabel signifikan
Panggung	0.683	0.827	Koefisien signifikan	Variabel signifikan
Pedaringan	0.683	0.826	Koefisien tidak signifikan	Variabel signifikan
Simpang Total	0.345	0.587	Koefisien tidak signifikan	Variabel signifikan

Tabel 9. Hasil Uji Kriteria BLUE dengan *SPSS 16* Hubungan Tundaan Terhadap Konsumsi BBM

Nama Simpang	Kriteria BLUE
Manahan	Tidak OK
Sumber	OK
Panggung	OK
Pedaringan	Tidak OK
Simpang Total	Tidak OK

Dari Tabel 9 diketahui bahwa persamaan dari Simpang Sumber dan Simpang Panggung memenuhi kriteria BLUE. Sedangkan persamaan untuk Simpang Manahan, Simpang Pedaringan dan Simpang Total tidak memenuhi kriteria BLUE. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan yang dipakai dalam analisa konsumsi bahan bakar tidak dapat digunakan, baik analisa regresi linear berganda maupun analisa regresi linear sederhana.

KESIMPULAN

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

1. Lama tundaan dan panjang antrian rata-rata yang terjadi pada setiap simpang adalah sebagai berikut: jalan pendekat selatan simpang Manahan sebesar 95.40 detik dan 35.33 m, jalan pendekat selatan simpang Sumber sebesar 100.80 detik dan 45.66 m, jalan pendekat barat simpang Panggung sebesar 119.63 detik dan 63.2 m dan untuk jalan pendekat barat simpang Pedaringan sebesar 74.23 detik dan 50.68 m.

2. Hasil analisa menunjukkan bahwa persamaan dari Simpang Sumber dan Simpang Panggung memenuhi kriteria BLUE. Sedangkan persamaan untuk Simpang Manahan, Simpang Pedaringan dan simpang total tidak memenuhi kriteria BLUE. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan yang dipakai dalam analisa konsumsi bahan bakar tidak dapat digunakan, baik analisa regresi linear berganda maupun analisa regresi linear sederhana.

REFERENSI

- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota.
- Hadis, Christmas Samodra. 2013. *Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api di Surakarta)*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hamdi, Asep Saepul dan E. Bahrudin. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi dalam Pendidikan*. Deepublish: Yogyakarta.
- Isnaeni, M. 2003. *Efektifitas Lingkungan Interaksi Transportasi dan Tata Ruang Kota*. Tesis, S2 Magister Rekayasa Transportasi, ITB, Bandung
- Julianto, Eko Nugroho. 2007. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar Minyak*. Tesis Magister, Program Studi Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lembaga Afiliasi dan Penerapan Industri ITB bekerjasama dengan PT. Jasa Marga. 1996. *Laporan Akhir Studi Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan*. Bandung. Indonesia.
- Muttaqin, M. Zaenal. 2014. *Pengaruh Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Putra, Arief Permana. 2012. *Analisis Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar di Kota Surakarta*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Santosa, Purbayu Budi dan Ashari. 2005. *Analisis Statistik dengan Microsoft Excel & SPSS*. Andi: Yogyakarta.
- Santoso, Singgih. 2010. *Statistik Multivariat*. PT Elex Media Komputindo: Jakarta
- Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta: Bandung.
- Trihendradi, Cornelius. 2005. *Step by Step SPSS 13 Analisis Data Statistik*. Andi: Yogyakarta.