

PERMODELAN BIAYA KEMACETAN PENGGUNA MOBIL PRIBADI DENGAN VARIASI NILAI KECEPATAN AKTUAL KENDARAAN

Gito Sugiyanto
Jurusan Teknik
Fakultas Sains dan Teknik
Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto
Jl. Mayjend Sungkono KM. 5
Blater, Purbalingga
Telp/Fax.: (0281) 6596700
gito_98@yahoo.com

Abstract

Traffic congestion is a situation when the actual speed of the vehicle is under the free flow speed. This situation resulted in losses for road users, which can be an increase in fuel consumption, time wasted, and environmental pollution. The purpose of this study is to develop a model for the congestion charge for private car users for a variety of time values and the actual vehicle speed in the corridor of Jalan Malioboro, Yogyakarta. Congestion charge is the difference between the generalized transportation cost on the free flow speed condition and the generalized transportation cost on the actual speed condition. The generalized transportation cost consists of vehicle operating costs, travel time costs, and the pollution cost. This study found that the cost of congestion for private car users in Malioboro, Yogyakarta, for respondents with a trip to the Malioboro as a destination is IDR 4,009.15 / trip and for through traffic respondents is IDR 4,224.29/trip. Moreover, the congestion cost model for private car users in Malioboro corridor is an exponential function.

Keywords: congestion cost, generalized cost, actual speed, free flow speed

Abstrak

Kemacetan lalu lintas adalah situasi ketika kecepatan aktual kendaraan berada di bawah kecepatan arus bebas. Situasi ini mengakibatkan kerugian bagi pengguna jalan, yang dapat berupa peningkatan konsumsi bahan bakar, waktu yang terbuang, dan pencemaran lingkungan. Tujuan kajian ini adalah mengembangkan model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi untuk berbagai variasi nilai waktu dan kecepatan aktual kendaraan di koridor Jalan Malioboro, Yogyakarta. Biaya kemacetan merupakan selisih antara biaya gabungan transportasi pada kondisi kecepatan arus bebas dengan biaya gabungan biaya transportasi pada kondisi kecepatan aktual. Biaya gabungan transportasi terdiri atas biaya operasi kendaraan, biaya waktu perjalanan, dan biaya polusi. Dari studi ini diperoleh bahwa biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta, untuk responden dengan tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro adalah Rp 4.009,15/trip dan untuk responden dengan perjalanan sebagai arus menerus adalah Rp 4.224,29/trip. Selain itu, model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di koridor Malioboro merupakan fungsi eksponensial

Kata-kata Kunci: biaya kemacetan, biaya gabungan, kecepatan actual, kecepatan arus bebas.

PENDAHULUAN

Keberhasilan sistem transportasi dapat diukur berdasarkan empat hal, yaitu efisiensi waktu, efisiensi energi, dan bahan bakar, dampak lingkungan, serta keselamatan. Banyak indikator yang dapat dipakai untuk mengukur efisiensi dan dampak lingkungan. Efisiensi waktu dapat diukur antara lain dengan kecepatan perjalanan, tundaan, panjang antrian, dan jarak tempuh. Efisiensi energi dan bahan bakar seringkali dituangkan sebagai bagian dari biaya operasi kendaraan (BOK). Dampak lingkungan akibat transportasi diukur dengan tingkat kebisingan dan tingkat polusi udara akibat oleh lalu lintas. Untuk itu perlu dicari solusi untuk meningkatkan penggunaan angkutan umum dengan menerapkan zona berbayar bagi pengguna kendaraan pribadi.

Kota Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang mengalami pengembangan transportasi dengan karakteristik lalu lintas bersifat lalu lintas tercampur dan jumlah kendaraan telah melampaui kapasitas pada beberapa ruas jalan. Pertumbuhan rata-rata kendaraan pribadi di Kota Yogyakarta sebesar 4,04 % per tahun (Pustral UGM, 2003). Sementara itu data Dinas Perhubungan (2006) menunjukkan bahwa jumlah penumpang yang menggunakan transportasi umum turun sebesar 3% per tahun dengan *load factor* rata-rata kendaraan pada tahun 2003 dan 2004 berturut-turut sebesar 41 % dan 27,22 %.

Tujuan kajian ini adalah mengembangkan suatu model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi. Model yang akan dikembangkan didasarkan pada berbagai nilai waktu kendaraan dan pada variasi nilai kecepatan aktual kendaraan.

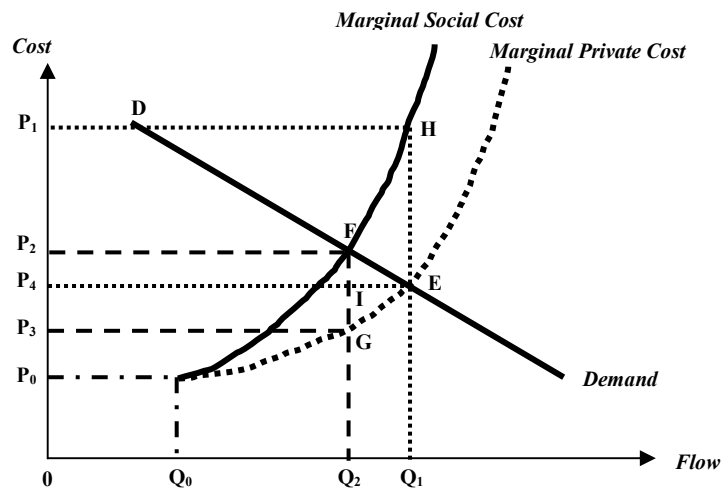
Kemacetan muncul ketika volume lalu lintas melebihi kapasitas jalan atau simpang. Penambahan kendaraan menyebabkan tundaan, waktu perjalanan menjadi lebih lama, dan mengakibatkan kenaikan biaya transportasi. Kondisi ini menyebabkan adanya eksternalitas dan digunakan sebagai dasar argumentasi rencana penerapan biaya kemacetan. Pengurangan kemacetan lalu lintas merupakan salah satu target utama dalam kebijakan transportasi. Hal ini diperlukan mengingat kerugian ekonomi yang disebabkan akibat adanya kemacetan lalu lintas yang sangat besar. Tundaan perjalanan mengurangi produktifitas ekonomi dan kualitas kehidupan. Kemacetan lalu lintas yang semakin meningkat menimbulkan biaya sangat tinggi di berbagai negara termasuk di Indonesia (Sugiyanto et al, 2011).

Penambahan jumlah kendaraan yang beroperasi di jalan mengakibatkan peningkatan biaya yang harus dipikul oleh masyarakat dan negara. Kemacetan telah menimbulkan masalah serius, karena terjadinya pemborosan akibat inefisiensi pemakaian bahan bakar, waktu yang terbuang, polusi udara, suara, dan stres, serta merugikan kesehatan penduduk. Kemacetan lalu lintas yang semakin meningkat menimbulkan biaya transportasi yang sangat tinggi di berbagai negara termasuk di Indonesia. Biaya kemacetan di area CBD Malioboro, Yogyakarta pada tahun 2007, untuk mobil pribadi adalah Rp 1.991, bila dihitung dengan menggunakan model yang dikembangkan oleh Lembaga

Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) Institut Teknologi Bandung (ITB), atau Rp 4.537, bila dihitung dengan menggunakan model *Road User Cost Model* (Sugiyanto, 2008).

Ide dasar penerapan biaya kemacetan adalah membebankan tarif tertentu yang sama dengan *marginal cost* yang disebabkan oleh pengguna jalan terhadap pengguna jalan lainnya, yang berupa kerugian karena pengurangan kecepatan lalu lintas dan peningkatan dampak lingkungan. Tarif ini diterapkan untuk mengurangi bahkan membatasi perjalanan menggunakan kendaraan pribadi yang tidak perlu. Tarif yang optimal untuk setiap jenis kendaraan diperoleh dengan cara memaksimalkan manfaat bersih untuk masyarakat dan pengguna jalan dan meminimalkan *disbenefit*. Tarif ini merupakan selisih antara *marginal social cost* dengan *marginal private cost*.

Selisih antara *marginal social cost* dan *marginal private cost* merupakan *congestion cost* yang disebabkan oleh adanya tambahan kendaraan pada ruas jalan yang sama dan keseimbangan tercapai di titik F dengan arus lalu lintas sebanyak Q_2 dan biaya sebesar P_2 . Dari sudut pandang sosial, arus lalu lintas sebanyak Q_1 terlalu berlebihan karena pengemudi kendaraan hanya menikmati manfaat sebesar Q_1E atau P_4 . Tambahan kendaraan setelah titik optimal Q_2 harus mengeluarkan biaya sebesar Q_2Q_1HF namun hanya menikmati manfaat sebesar Q_2Q_1EF , sehingga terdapat *welfare gain* yang hilang sebesar luasan FEH. Oleh karena itu perhitungan biaya kemacetan didasarkan pada perbedaan antara biaya *marginal social cost* dan *marginal private cost*.



Sumber: Stubbs, 1980

Gambar 1 Estimasi Biaya Kemacetan

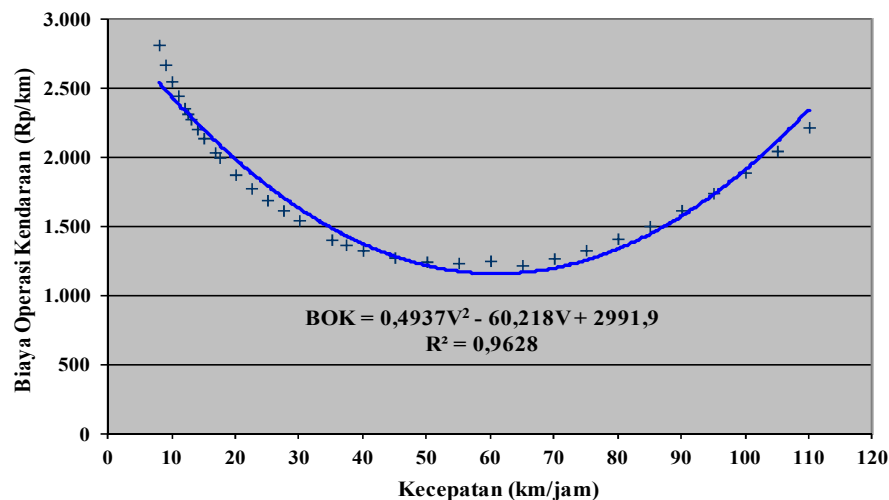
Agar sesuai dengan prinsip *pricing*, biaya kemacetan harus seimbang dengan *marginal social cost* supaya aliran yang terjadi akan turun dari Q_1 ke Q_2 , sehingga *marginal social cost* seluruh pengguna kendaraan dari perjalanan terakhir harus sesuai

dengan *marginal private cost* yang dirasakan. Hal ini dapat diwujudkan jika diberlakukan biaya kemacetan sebesar FG atau $P_2 - P_3$.

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Biaya gabungan transportasi terdiri atas tiga komponen biaya, yaitu biaya operasi kendaraan (BOK) dalam satuan rupiah per kilometer, biaya waktu perjalanan (BWP) dalam satuan rupiah per waktu perjalanan, dan biaya polusi (BP) pada masing-masing jenis kendaraan dalam satuan rupiah per kendaraan-kilometer. Ketiga komponen biaya ini akan dibahas pada bagian berikut.

BOK mobil pribadi dihitung untuk dua kondisi, yaitu berdasarkan pada kondisi yang sebenarnya saat terjadi kemacetan lalu lintas di lapangan dan pada kondisi kecepatan arus bebas dengan menggunakan pendekatan metode yang dikembangkan oleh Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri ITB (LAPI ITB, 1996). Jenis kendaraan yang digunakan sebagai acuan adalah mobil Toyota Avanza 1.3 S M/T, dengan menggunakan acuan harga pendekatan ekonomi pada akhir bulan September 2009. Analisis BOK untuk mobil pribadi pada berbagai variasi kecepatan mengacu pada hasil studi Sugiyanto (2011), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan Kecepatan dan BOK Mobil Pribadi Dengan Metode LAPI ITB

Waktu tempuh mobil pribadi di kawasan Malioboro sepanjang 1,414 km pada lajur kiri bervariasi antara 8 menit 35 detik hingga 10 menit 19 detik dan pada lajur kanan antara 8 menit 15 detik hingga 10 menit 09 detik. Waktu tempuh rata-rata mobil pribadi pada kondisi yang sebenarnya adalah 8 menit 30 detik, sehingga diperoleh kecepatan mobil

pribadi pada kondisi yang sebenarnya adalah 9,98 km/jam. Waktu tempuh pada kondisi kecepatan arus bebas adalah 2 menit 07 detik, sehingga diperoleh kecepatan mobil pribadi kondisi kecepatan arus bebas adalah 40 km/jam. Mengacu pada Gambar 1, dengan kecepatan 9,98 km/jam, diperoleh besarnya BOK mobil pribadi sebesar Rp 2.440,10/km, sehingga BOK mobil pribadi di kawasan Malioboro pada kondisi yang sebenarnya di lapangan adalah Rp 3.450,40 sedangkan pada kondisi kecepatan arus bebas adalah Rp 1.941,56.

Tabel 1 BOK Mobil Pribadi pada Kondisi Kecepatan Arus Bebas dan Kondisi Aktual

Kondisi pendekatan	Kecepatan (km/jam)	BOK (Rp/km)	BOK Malioboro (Rp)
Kondisi aktual	9,98	2.440,10	3.450,30
Kecepatan Arus Bebas	40,00	1.373,10	1.941,56

Perhitungan nilai waktu menggunakan dua pendekatan, yaitu: (1) metode yang digunakan pada studi *Indonesian Highway Capacity Manual* (IHCM) 1996, dengan pendekatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang didasarkan pada tingkat kesejahteraan, dan (2) metode *willingness to pay* (WTP), yang merupakan hasil survei wawancara dengan responden. Responden pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro dibagi menjadi dua, yaitu mereka yang mempunyai tujuan perjalanan ke Malioboro dan mereka yang merupakan arus menerus. Pada pendekatan yang menggunakan PDRB, pendapatan per kapita per bulan di Kota Yogyakarta pada tahun 2009 atas dasar harga berlaku adalah sebesar Rp 2.000.516,02 (Biro Pusat Statistik, 2009). Bila dianggap jumlah hari kerja adalah 25 hari perbulan, jumlah jam kerja adalah 8 jam perhari, dan tingkat okupansi kendaraan adalah 2,50 orang/kendaraan, diperoleh nilai waktu pengguna mobil pribadi sebesar Rp 11.447,52 per kendaraan/jam. Hasil analisis berdasarkan WTP menghasilkan nilai waktu pengguna mobil pribadi untuk tujuan perjalanan ke Malioboro adalah Rp 21.183,33 per kendaraan/jam sedangkan nilai waktu pengguna mobil pribadi yang termasuk arus menerus di Malioboro adalah Rp 23.206,67 per kendaraan/jam.

Waktu tempuh mobil pribadi di kawasan Malioboro pada kondisi aktual adalah 8 menit 30 detik dan nilai waktu adalah sebesar Rp 11.447,52 sehingga diperoleh besarnya biaya waktu perjalanan pada kondisi aktual adalah Rp 1.621,92. BWP mobil pribadi pada kondisi aktual dengan nilai waktu berdasarkan pendekatan WTP adalah sebesar Rp 21.183,33 untuk tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro adalah Rp 3.001,33 sedangkan BWP untuk responden sebagai arus menerus di kawasan Malioboro adalah Rp 3.288,00. Waktu tempuh pada kondisi kecepatan arus bebas (*free-flow speed*) adalah 2 menit 07 detik sehingga biaya waktu perjalanan pada kondisi kecepatan arus bebas di Malioboro adalah Rp 404,67. BWP mobil pribadi pada kondisi kecepatan arus bebas dengan nilai waktu berdasarkan WTP responden untuk tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro adalah

Rp 748,83 sedangkan untuk responden sebagai arus menerus di kawasan Malioboro adalah Rp 820,36.

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis biaya polusi adalah dengan menggunakan *marginal-health cost* per kendaraan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) pada kondisi aktual dan pada kecepatan arus bebas. Menurut World Bank (1993), *Marginal Health Cost* di Jakarta, dinyatakan dalam satuan US \$ *cent*/liter disajikan pada Tabel 2. Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan formula yang dikeluarkan oleh LAPI ITB 1996, sehingga diperoleh konsumsi BBM mobil pribadi adalah 181,99 liter/1.000 km, pada kondisi aktual dengan kecepatan 9,98 km/jam, dan 104,56 liter/1.000 km, pada kondisi kecepatan arus bebas. Perbandingan antara jumlah kendaraan pribadi jenis mobil penumpang yang menggunakan BBM jenis bensin dan kendaraan pribadi jenis mobil penumpang yang menggunakan BBM jenis solar dianggap 4 berbanding 1. Biaya polusi dihitung dengan mengalikan MHC per kendaraan dengan konsumsi bahan bakar (liter/km). Bila digunakan asumsi US\$ 1 sama dengan Rp. 10.000 dan hasil perhitungan biaya lingkungan akibat polusi yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan bakar untuk mobil pribadi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Biaya Lingkungan Akibat Polusi Bahan Bakar Transportasi Untuk Mobil Pribadi

Kecepatan kendaraan (km/jam)	Jenis Bahan Bakar	<i>Marginal-Health Cost (MHC)/Vehicle</i>		Konsumsi BBM (liter/km)	MHC (Rp/km)
		US \$ cent/liter	Rp/liter		
5,00	Bensin	23	2.300,00	0,214	493,33
	Solar	8	800,00	0,214	171,59
	Rata-rata				428,98
9,98	Bensin	23	2.300,00	0,192	442,11
	Solar	8	800,00	0,192	153,78
	Rata-rata				384,45
20,00	Bensin	23	2.300,00	0,155	356,22
	Solar	8	800,00	0,155	123,90
	Rata-rata				309,75
30,00	Bensin	23	2.300,00	0,127	292,38
	Solar	8	800,00	0,127	101,70
	Rata-rata				254,24
40,00	Bensin	23	2.300,00	0,105	240,49
	Solar	8	800,00	0,105	83,65
	Rata-rata				209,12

Besarnya biaya polusi mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta, sepanjang 1,414 km pada kondisi aktual dengan kecepatan 9,98 km/jam adalah Rp 543,61. Sedangkan biaya polusi pada kondisi kecepatan arus bebas dengan kecepatan sebesar 40,00 km/jam adalah Rp 295,70.

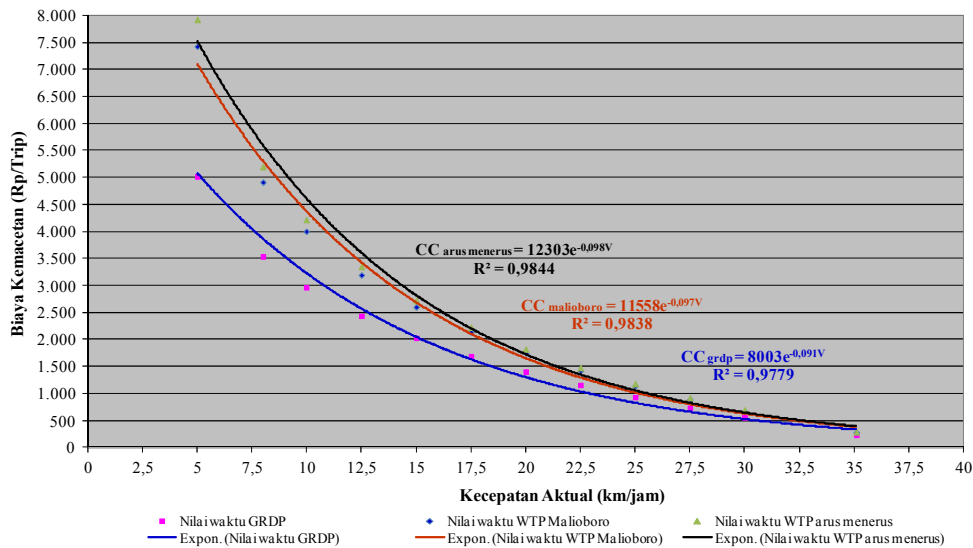
Biaya gabungan terdiri atas tiga komponen biaya, yaitu biaya operasi kendaraan, biaya waktu perjalanan, dan biaya polusi. Besarnya biaya gabungan mobil pribadi pada kondisi yang sebenarnya dan pada kondisi kecepatan arus bebas (*free-flow speed*) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Biaya Gabungan Mobil Pribadi Kawasan Malioboro, Yogyakarta

No.	Kondisi dan pendekatan nilai waktu	BOK (Rp)	BP (Rp)	BWP (Rp)	Biaya Gabungan (Rp)
1.	Kondisi Kecepatan Sebenarnya				
	a. Nilai waktu PDRB	3.450,30	543,61	1.621,92	5.615,83
	b. Nilai waktu WTP ke Malioboro	3.450,30	543,61	3.001,33	6.995,24
	c. Nilai waktu WTP arus menerus	3.450,30	543,61	3.288,00	7.281,91
2.	Kondisi kecepatan arus bebas				
	a. Nilai waktu PDRB	1.941,56	295,7	404,67	2.641,93
	b. Nilai waktu WTP ke Malioboro	1.941,56	295,7	748,83	2.986,09
	c. Nilai waktu WTP arus menerus	1.941,56	295,7	820,36	3.057,62

Biaya kemacetan di kawasan Malioboro dihitung dengan menggunakan pendekatan selisih antara biaya gabungan pada kondisi aktual dan pada kondisi kecepatan arus bebas. Besarnya biaya kemacetan dibedakan berdasarkan nilai waktu pengguna kendaraan. Ada tiga pendekatan nilai waktu, yaitu nilai waktu berdasarkan PDRB, nilai waktu berdasarkan WTP responden dengan tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro, dan nilai waktu berdasarkan WTP responden sebagai arus menerus di kawasan Malioboro. Untuk pendekatan pertama, biaya gabungan pada kondisi sebenarnya dengan kecepatan 9,98 km/jam adalah Rp 5.615,83 dikurangi dengan biaya gabungan pada kondisi kecepatan arus bebas dengan kecepatan 40,00 km/jam sebesar Rp 2.641,93, sehingga diperoleh biaya kemacetan pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro dengan nilai waktu berdasarkan PDRB adalah Rp 2.973,90/trip. Biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi dengan nilai waktu berdasarkan WTP responden tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro Rp 4.009,15/trip dan untuk perjalanan sebagai arus menerus di Malioboro diperoleh biaya kemacetan Rp 4.224,29/trip. Biaya kemacetan hanya dibebankan kepada pengguna mobil pribadi setiap kali melewati zona berbayar kawasan Malioboro, Yogyakarta.

Pada kajian ini dilakukan pengembangan model biaya kemacetan untuk pengguna mobil pribadi dengan variasi nilai kecepatan aktual di lapangan. Variasi kecepatan yang dilakukan adalah nilai-nilai kecepatan aktual 5 km/jam, 8 km/jam, 9,98 km/jam, 12,57 km/jam, 15 km/jam, 17,5 km/jam, 20 km/jam, 22,5 km/jam, 25 km/jam, 27,5 km/jam, 30 km/jam, dan 35,10 km/jam dengan kecepatan pada kondisi kecepatan arus bebas 40 km/jam. Hasil analisis terhadap biaya kemacetan untuk pengguna mobil pribadi dengan variasi nilai waktu dan kecepatan aktual di kawasan Malioboro, Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan Variasi Kecepatan Kendaraan Kondisi Aktual Dan Biaya Kemacetan

Berdasarkan kecepatan mobil pribadi pada kondisi kecepatan arus bebas sebesar 40 km/jam dan nilai waktu berdasarkan PDRB diperoleh hubungan antara kecepatan dengan biaya kemacetan yang merupakan fungsi eksponensial. Fungsi ini mempunyai persamaan $CC_{PDRB} = 8.003e^{-0,091V}$.

Untuk nilai waktu berdasarkan WTP responden tujuan ke kawasan Malioboro hubungan kecepatan dan biaya kemacetan mobil pribadi dapat ditunjukkan dengan persamaan $CC_{malioboro} = 11.558e^{-0,097V}$ dan untuk perjalanan sebagai arus menerus di Malioboro dinyatakan dengan $CC_{arus\ menerus} = 12.303e^{-0,098V}$. Pada kedua persamaan tersebut, CC adalah *congestion cost* atau biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi (Rp/trip) dan V adalah kecepatan kendaraan pada kondisi aktual (km/jam). Nilai koefisien determinasi untuk ketiga model mendekati satu, yang berarti bahwa kecepatan dan biaya kemacetan mempunyai hubungan sangat kuat.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai waktu PDRB adalah Rp 2.973,90/trip dan dengan nilai waktu berdasarkan WTP, biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta, untuk responden dengan tujuan perjalanan ke kawasan Malioboro adalah Rp 4.009,15/trip dan untuk responden dengan perjalanan sebagai arus menerus adalah Rp 4.224,29/trip.

2. Model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro merupakan fungsi-fungsi eksponensial dengan persamaan $CC_{PDRB} = 8.003e^{-0,091V}$, $CC_{Malioboro} = 11.558e^{-0,097V}$, dan $CC_{Arus Menerus} = 12.303e^{-0,098V}$, dengan CC adalah biaya kemacetan mobil pribadi (Rp/trip) dan V adalah kecepatan kondisi aktual (km/jam).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc. atas bantuan dan izin penggunaan sebagian data Penelitian Hibah Guru Besar (HGB) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, tahun anggaran 2008 untuk penulisan artikel ilmiah ini dan juga kepada Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Republik Indonesia, atas bantuan Program Insentif Riset Dasar tahun anggaran 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik. 2009. *Yogyakarta dalam Angka 2008/2009*. Yogyakarta.
- Brownfield, J., Graham, A., Eveleigh, H., Robertson, S., and Allsop, R. 2003. *Road Safety Research Report No. 44, Congestion and accident risk*. London: Department for Transport.
- Dinas Perhubungan. 2006. *Data Armada Angkutan Umum Provinsi DIY Tahun 2006*. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Harford, J. D. 2006. *Congestion, Pollution and Benefit to Cost Ratios of US Public Transit System, Transportation Research, Part D*. Environment, 11: 45-58.
- Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri. 1996. *Laporan Akhir Studi Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan - PT. Jasa Marga*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Olszewski, P. and Xie, L. 2005. *Modeling the Effects of Road Pricing on Traffic in Singapore*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 39 (7-9): 755-772.
- Sugiyanto, G. 2008. *Biaya Kemacetan (Congestion Charging) Mobil Pribadi di Central Bussines District*. Jurnal Penelitian Media Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, 8 (1): 59-65.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., dan Sutomo, H. 2011. *Pengembangan Model Biaya Kemacetan bagi Pengguna Mobil Pribadi di Kawasan Pusat Perkotaan*. Jurnal Transportasi, 11 (2): 87-94.

Sugiyanto, G. 2011. *Pengembangan Model dan Estimasi Biaya Kemacetan bagi Pengguna Mobil dan Sepeda Motor Pribadi di Kawasan Pusat Perkotaan*. Disertasi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

World Bank. 1993. *Indonesia: Energy and the Environment A Plan of Action for Pollution Control*. Report No. 11871-IND.