

Bidang Ilmu Rekayasa

Jurnal Teknik Sipil

ISSN : 0853-2982
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 83/DIKTI/Kep/2009 & 06-Jul-09
Berlaku s.d. : Juli 2012
Penerbit : Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut teknologi Bandung (ITB)

Alamat : Fak. Teknik Sipil dan Lingkungan
ITB Jl. Ghanesa 10 Bandung 40132

No. Telp/Faks : 022-2504952/2516586

Website :
Email : jts@si.itb.ac.id

Majalah IPTEK

ISSN : 0853-4098
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 83/DIKTI/Kep/2009 & 06-Jul-09
Berlaku s.d. : Juli 2012
Penerbit : LPPM ITS Surabaya

Alamat : Kampus ITS Sukolilo Surabaya
60111

No. Telp/Faks : 031-5992946

Website :
Email : mjiptek@its.ac.id

Jurnal Teknik Industri

ISSN : 1411-2485
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 83/DIKTI/Kep/2009 & 06-Jul-09
Berlaku s.d. : Juli 2012
Penerbit : Jurusan Teknik Industri, Fakultas
Teknologi Industri Univ. Kristen Petra
Surabaya

Alamat : Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya
60236

No. Telp/Faks : 031-8494831-31, 2983139, 2983147/2983111

Website : <http://puslit.petra.ac.id>
Email : puslit@petra.ac.id

INDUSTRI

Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi

ISSN : 1410-2919
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 83/DIKTI/Kep/2009 & 06-Jul-09
Berlaku s.d. : Juli 2012
Penerbit : Fak. Teknologi Industri ITS Surabaya

Alamat : Gedung Rektorat Lt. III Kampus ITS
Sukolilo Surabaya 60111

No. Telp/Faks : 031-5947843/5933228

Website :
Email : fti@its.ac.id

Jurnal Teknik Industri

ISSN : 1978-1431
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 83/DIKTI/Kep/2009 & 06-Jul-09
Berlaku s.d. : Juli 2012
Penerbit : Jurusan Teknik Industri Univ.
Muhammadiyah Malang

Alamat : Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang
65114

No. Telp/Faks : 0341-464318-166/460435

Website : www.umm.ac.id
Email : optimom@umm.ac.id

Dinamika Teknik Sipil

ISSN : 1411-8904
Peringkat : B
No.&&Tanggal SK : 110/DIKTI/Kep/200 & 05-Des-09
Berlaku s.d. : Desember 2012
Penerbit : Jurusan Teknik Sipil-Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
(UMS)

Alamat : Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik
Univ. Muhammadiyah Surakarta
(UMS) Kampus 2 Gedung J, Lt. 1 Jl.

No. Telp/Faks : 0271-717417-221/715448

Website : www.eprints.ums.ac.id
Email : dinamikats@yahoo.com

Dinamika Teknik Sipil

Dinamika TEKNIK SIPIL merupakan Jurnal Ilmiah Teknik Sipil yang diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sesuai dengan namanya, jurnal ini menyajikan artikel-artikel yang menunjukkan dinamika perkembangan ilmu Teknik Sipil, yang meliputi hasil-hasil penelitian bidang Teknik Sipil dan kajian pustaka yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu.

Dinamika TEKNIK SIPIL terakreditasi pertamakali dengan peringkat B berdasarkan surat keputusan Dirjen DIKTI No: 55a/Dikti/Kep/2006. Kemudian terakreditasi ulang dengan peringkat B pula berdasarkan surat keputusan Dirjen DIKTI No: 110/DIKTI/kep/2009.

PENGELOLA:

Ketua	: Jaji Abdurrosyid, ST, MT
Wakil Ketua	: Anto Budi Listyawan, ST, M.Sc
Penyunting Eksternal Bidang Struktur dan Manajemen Konstruksi	: Ir. Kusno Adi Sambowo, Ph.D. (UNS, Surakarta) Ir. Mochamad Teguh, MSc.(Eng.), Ph.D. (UII, Yogyakarta) Dr. Eng. Ir. Mochamad Afifuddien, MSc.(Eng.) (Unsyiah, Aceh)
Bidang Transportasi	: Dr. Ir. Agus Taufik Mulyono (UGM, Yogyakarta) Dr. Eng. Ir. Syafi'i, MT (UNS, Surakarta) Ir. Ari Setyawan, MSc., Ph.D. (UNS, Surakarta)
Bidang Hidro	: Dr. Ir. Bambang Yulistianto (UGM, Yogyakarta) Dr. Imam Suprayogi, ST, MT. (UNRI, Riau) Ir. Isnugroho, CES (Ahli Peneliti, Litbang Balai Sungai, DPU)
Bidang Geoteknik	: Dr. Ir. Ahmad Rifai (UGM, Yogyakarta) Ir. Agus Setyo Muntohar, M.Sc., Ph.D (UMY, Yogyakarta)
Penyunting Internal Bidang Struktur dan Manajemen Konstruksi	: Ir. Abdul Rochman, MT Ir. Ali Asroni, MT Muhammad Ujianto, ST, MT Ir. Muhammad Nur Sahid, MM, MT
Bidang Transportasi	: Dr. Ir. Sri Sunaryono, MT Dr. Muslich Hartadi S., ST, MT Ir. Agus Riyanto, MT Ika Setyaningsih, ST, MT
Bidang Hidro	: Kuswartomo, ST, MT Gurawan Djati W., ST Ir. Ahmad Karim Fatchan, MT

Bidang Geoteknik : Qunik Wiqoyah, ST, MT
Agus Susanto, ST, MT
Senja Rum Harnaeni, ST, MT
Kesekretariatan : Drs. Gotot Slamet Mulyanto, MT
Bendahara : Ir. Renaningsih, MT
Distribusi Pemasaran : Budi Setyawan, ST, MT

Alamat Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Gedung J Lantai 1, Kampus II , Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani No. 1 Tromol Pos 1, Pabelan Kartasura Surakarta 57102 Telepon (0271) 717417

Psw 221

E-mail: dinamikats@yahoo.com Website: lppm.ums.ac.id

DAFTAR ISI

Karakter Stabilitas Pemecah Gelombang Kantong Pasir Tipe Tenggelam Fatnanta, Ferry; Abdurrosyid, Jaji (2011-01)	1-8
Usulan Getaran Tanah Sintetik Wilayah Yogyakarta Teguh, Mochamad; Purwono, Budi (2011-01)	9-15
Pengaruh Faktor Air Semen pada Beton Normal sebagai Perisai Radiasi Sinar Gamma Rahmawati, Anis; Setyaningsih, Ika (2011-01)	16-21
Perubahan Karakteristik Tanah Lempung sebagai <i>Clay Liner</i> pada Konstruksi <i>Sanitary Landfill</i> akibat Rembesan <i>Leachate</i> Hasil Filtrasi <i>Limestone</i> Yuniarti, Ratna (2011-01)	22-29
Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Kombinasi Perkuatan Geotekstil dan Susunan Bambu Riyadi, Rahmat; Yusa, Muhamad; Nugroho, Sa (2011-01)	30-33
Pengembangan <i>Plug-In Mapwindow</i> untuk Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi (Pokai): Aplikasi di Daerah Irigasi Sampean Baru Indarto; Faisol, Arif; Usman, Ferdinan (2011-01)	34-39
Korelasi Nilai Hambatan Konus (Q_c) dan Cbr Lapangan pada Tanah Lempung Desa Imbodu Achmad, Fadly (2011-01)	40-44
Pengendalian Kinerja dan Produktivitas Pembangunan Gedung Bertingkat 4 Lantai untuk Parkir Roda Dua di Universitas Muhammadiyah Surakarta Sahid, Muhammad Nur; Anam, Taufik (2011-01)	45-53
Studi Perubahan Desain Rumah Standar oleh Konsumen (Studi Kasus: Perumahan Villa Citra and Bumi Permata Lamnyong) Mutiawati, Cut; Zukhrina, Cut; Buraida (2011-01)	54-60
Pengaruh Variasi Jarak Kolom Kapur dalam Stabilisasi Lempung Lunak pada Tinjauan Nilai Indek Pemampatan (C_c) Tanah Apriyono, Arwan; Sumiyanto (2011-01)	61-65
Pemanfaatan Limbah Briket Batu Bara Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut Trinugroho, Suhendro; Haricipto R., Ahmad (2011-01)	66-69
Analisa Perbandingan Kinerja Jalan Jendral Sudirman Sebelum dan Sesudah Perpanjangan Waktu <i>Three In One</i> dan Penerapan <i>Busway</i> Kusumaningrum, Jennie (2011-01)	70-80

Model Biaya Kemacetan Bagi Pengguna Mobil Pribadi Di Kawasan Malioboro, Yogyakarta	
Sugiyanto, Gito; Malkhamah, Siti; Munawar, Ahmad; Sutomo, Heru (2011-01)	81-86
Permodelan <i>Cost Planning</i> Pembangunan Bangunan Gedung Negara	
Yuliana, Candra (2011-01)	87-93
Pengaruh Rasio Semen/Serat dan Jenis Katalis Terhadap Kekuatan Papan Semen-Serat dari Limbah Kertas Kardus	
Hakim, Luthfi; Sucipto, Tito (2011-01)	94-100

CONGESTION PROGRAM COST MODEL OF PRIVATE PASSENGER CAR USERS IN MALIOBORO DISTRICT, YOGYAKARTA

MODEL BIAYA KEMACETAN BAGI PENGGUNA MOBIL PRIBADI DI KAWASAN MALIOBORO, YOGYAKARTA

Gito Sugiyanto¹⁾, Siti Malkhamah²⁾, Ahmad Munawar²⁾, Heru Sutomo³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Doktor, Program Ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
E-mail: gito_98@yahoo.com

²⁾ Professor, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
E-mail: smalkhamah@mstt.ugm.ac.id ; E-mail : amunawar@mstt.ugm.ac.id

³⁾ Dosen Senior, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
Peneliti dan Kepala Pusat Studi Transportasi dan Logistik (PUSTRAL), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
E-mail: hsutomo@pustral-ugm.org

ABSTRACT

The costs incurred by the society as the result of transportation and the effect of transportation include congestion cost, pollution cost, traffic accident cost, fuel and energy wasted. The increase of total vehicle operating in the roads increases the cost that must be borne by society and country. To reduce such costs, especially for passengers, it can be overcome by promoting the use of public transportation. But, in contrast in Indonesia the use of public transport decreases and the use of private cars are quickly growing. This causes the cost that must be borne by passengers ever greater, especially at urban areas. The option available to reduce transportation cost and the effect of transportation cost are Transportation Demand Management (TDM), application of pricing policy in charging zone, and road pricing. The aim of this paper is to formulate the congestion cost model of private passenger car users in Malioboro, Yogyakarta. The concept to decrease the private transport use is the applications of congestion cost for private passenger car user in charging zones. The amount of the congestion cost represents the difference of marginal social cost (MSC) and marginal private cost (MPC) on the same road. In this study marginal social cost represents the generalized cost in actual condition with potential as traffic jam and marginal private cost represents the generalized cost in perceived condition. The congestion cost is only applied to the private passenger car users. The congestion cost model for private passenger car users in Malioboro, Yogyakarta was formulated as $y = 67,416 X^{-1.4758}$ with R^2 squared as 0.9764 which X is travel speed and y is congestion cost. The decreasing V/C_{ratio} of road because of the application of congestion cost in Malioboro district between 7.80%-14.26% with the biggest descent percentation take place in Mataram street, Yogyakarta.

Keywords : congestion cost, generalized cost, pollution cost, marginal social cost, marginal private cost

ABSTRAK

Biaya yang dikeluarkan masyarakat sebagai akibat transportasi dan efek transportasi termasuk biaya kemacetan, biaya polusi, biaya kecelakaan, bahan bakar dan energi buangan. Pertumbuhan semua kendaraan yang melalui jalan meningkatkan biaya yang harus dikeluarkan masyarakat dan negara. Untuk mengurangi biaya tersebut, terutama penumpang, dapat dilakukan dengan mempromosikan penggunaan transportasi publik. Tetapi di Indonesia, penggunaan transportasi publik menurun, sedangkan penggunaan mobil pribadi bertambah dengan cepat. Ini menyebabkan biaya yang harus dikeluarkan penumpang semakin besar, terutama di daerah perkotaan. Pilihan yang tersedia untuk biaya transportasi adalah transportasi Demand Management (TDM), penerapan kebijakan pricing pada zona bayar dan pricing jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyusun model biaya kemacetan pengguna mobil pribadi di Malioboro, Yogyakarta. Konsep mengurangi transportasi publik adalah dengan penerapan biaya kemacetan untuk pengguna mobil pribadi di zona bayar. Besar biaya kemacetan menyatakan perbedaan marginal social cost (MSC) dan marginal private cost (MPC) pada jalan yang sama. Pada penelitian ini, marginal social cost menyatakan biaya umum pada kondisi sebenarnya yang berpotensi kemacetan lalu lintas dan marginal private cost menyatakan biaya umum pada kondisi yang diperkirakan. Biaya kemacetan hanya diterapkan pada pengguna mobil pribadi. Model biaya kemacetan pada penggunaan mobil pribadi di Malioboro, Yogyakarta diformulasikan sebagai $y = 67,416 X^{-1.4758}$ dengan R^2 0.9764 dimana X adalah kecepatan kendaraan dan y adalah biaya kemacetan. Penurunan V/C_{ratio} dari jalan dikarenakan penerapan biaya kemacetan di daerah Malioboro antara 7,80%-14,26% dimana penurunan persentase terbesar terjadi di Jalan Mataram Yogyakarta.

Kata-kata Kunci : biaya kemacetan, biaya umum, biaya polusi, marginal social cost, marginal private cost

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 angkutan pribadi. Penambahan jumlah

kendaraan yang beroperasi di jalan selain menimbulkan kemacetan juga dapat menyebabkan peningkatan konflik antar kendaraan bermotor.

Kemacetan Lalu Lintas

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 seperti tundaan perjalanan, pemborosan konsumsi bahan bakar, waktu yang terbuang, dll. Tundaan perjalanan mengurangi produktifitas ekonomi dan kualitas kehidupan. Kemacetan lalu lintas yang semakin meningkat menimbulkan biaya yang sangat tinggi di berbagai negara termasuk di Indonesia.

Kemacetan lalu lintas merupakan masalah umum yang dihadapi hampir semua wilayah perkotaan di negara berkembang dengan mobil sebagai suatu moda yang mendominasi transportasi. Tidak terkecuali di kawasan Malioboro, Yogyakarta yang mengalami kemacetan lalu lintas pada jam-jam tertentu. Kemacetan bukanlah suatu peristiwa yang seragam dan oleh karena itu kebijakan seperti penerapan biaya kemacetan seharusnya diperhitungkan menyangkut area dan waktu. Menerapkan *pricing* di seluruh kawasan jalan tidak akan bisa diterima, tetapi menerapkan *pricing* di pusat area perkotaan atau kawasan *centrall business district* (CBD) selama jam sibuk kelihatannya tidak hanya masuk akal tetapi wajib dilaksanakan jika hal ini dapat membuat efisiensi transportasi.

Biaya kemacetan di area CBD Malioboro, Yogyakarta pada tahun 2007 untuk mobil pribadi dengan biaya operasi kendaraan (BOK) model Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) Institut Teknologi Bandung (ITB) 1996 adalah Rp 1.991,00; dan dengan BOK model *Road User Cost Model* (RUCM) 1992 adalah Rp 4.537,00 (Sugiyanto, 2007, Sugiyanto, 2008a).

Biaya kemacetan di Amerika Serikat, untuk 85 perkotaan mencapai US\$ 63,3 Milyar pada tahun 2002, untuk nilai waktu sebesar US\$ 13,45/jam (Harford, 2006). Di Kota Yogyakarta diperkirakan biaya kemacetan yang harus dipikul oleh masyarakat pada tahun 2006 sekitar Rp 600 Milyar, bila diasumsikan nilai waktu per orang Rp 2.000,00 per jam (Malkhamah, 2007).

Laporan Komisi Eropa (1996) dalam Santos (1999) berdasarkan hasil survei Quinet (1994) biaya kemacetan di negara-negara industri barat sebesar 2% dari GDP. Quinet mengutip angka-angka yang dilaporkan oleh Bouladon 2,1% dari GNP di Perancis; 3,2 % di UK; 1,3% di AS dan 2% di Jepang. Semua ini adalah hasil dari perbedaan antara waktu nyata dan acuan normal waktu perjalanan. *Trafficmaster* dalam Santos (1999) menghitung biaya kemacetan di Inggris untuk kuartar keempat 1996 sebesar £2,1 milyar (\$3,57 milyar), termasuk waktu yang hilang, bahan bakar tambahan dan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi. Dodgson and Lane dalam Santos (1999) memperkirakan biaya kemacetan untuk Inggris sebesar £6,9 milyar selama 1996 pada harga 1996 (\$11,73 milyar). Mereka menggambarkan biaya kemacetan sebagai perbedaan antara tingkat biaya yang sesuai dengan kecepatan aktual dan biaya pada kecepatan arus bebas. Hal ini adalah cara yang tidak benar untuk mengukur biaya kemacetan karena jika semua kendaraan mampu bergerak pada kecepatan arus bebas di semua ruas jalan pada setiap waktu maka akan terjadi biaya lebih di jalan.

Newbery (1998) menggunakan pendekatan berbeda, yang memberikan beberapa perkiraan dari biaya kemacetan marginal untuk tipe jalan yang berbeda-beda di Inggris, pembaruan terakhir sekitar 45 pence/smp-km (\$1,23/smp-mil) untuk jalan perkotaan pada jam puncak.

Menurut Sugiyanto (2008b) berdasarkan hasil analisis elastisitas langsung dan elastisitas silang pemilihan moda mobil pribadi, biaya perjalanan (*travel cost*) merupakan atribut perjalanan yang paling mempengaruhi probabilitas pemilihan moda tersebut dengan nilai elastisitas langsung sebesar -4,069% dan elastisitas silang sebesar 5,425%.

Polusi Udara

Kemacetan lalu lintas selain merugikan dalam segi waktu, juga menimbulkan dampak terhadap lingkungan, terutama polusi udara dan suara. Di Yogyakarta tingkat polusi udara tinggi, ter-

utama di persimpangan dan tingkat polusi udara tergantung pada volume lalu lintas (Yulifianti dan Malkhamah, 2004). Biaya polusi juga telah diteliti oleh World Bank (1993), La One (2002).

Menurut Deng (2006), kontribusi polusi kendaraan bermotor di Cina memberi sumbangan terhadap 30% partikel polutan di udara (PM₁₀). Ini mengakibatkan meningkatnya kematian akibat *cardiovascular* sebanyak 40% dan meningkatkan penyakit pernafasan. Diperkirakan pada tahun 2000 sebanyak 1.876 orang meninggal akibat penyakit oleh polusi udara dan biaya yang diakibatkan mencakup 3,26% dari PDB di Beijing.

Pendekatan Analisis

Ide dasar dari 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* (Stubs, 1980).

Biaya kemacetan timbul dari hubungan antara kecepatan dengan aliran di jalan dan hubungan antara kecepatan dengan biaya kendaraan. Jika batas aliran lalu lintas yang ada dilampaui, maka rata-rata kecepatan lalu lintas akan turun. Pada saat kecepatan mulai turun maka biaya operasi kendaraan meningkat dalam kisaran 0-45 mil/jam dan waktu untuk melakukan perjalanan akan meningkat (Everall, 1968 dalam Stubs, 1980).

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 (*equilibrium*) tercapai di titik F dengan arus lalu lintas sebanyak Q₂ dan biaya sebesar P₂. Dari sudut pandang sosial, maka arus lalu lintas sebanyak Q₁ terlalu berlebihan karena penumpang kendaraan hanya menikmati manfaat sebesar Q₁E atau P₄. Tambahan kendaraan setelah titik optimal Q₂ harus mengeluarkan biaya sebesar Q₂Q₁HF namun hanya menikmati manfaat sebesar Q₂Q₁EF, sehingga terdapat *welfare gain* yang hilang sebesar luasan FEH. Oleh karena itu, penghitungan beban biaya kemacetan didasarkan pada perbedaan antara biaya *marginal social cost* dan *marginal private cost* dari suatu perjalanan (Santos dan Bhakar, 2006; Harford, 2006).

Agar sesuai dengan prinsip *pricing*, maka biaya kemacetan harus seimbang dengan MSC supaya aliran yang terjadi akan turun dari Q₁ ke Q₂, sehingga MSC seluruh pengguna kendaraan dari perjalanan terakhir harus sesuai dengan MPC yang dirasakan. Hal ini dapat diwujudkan jika diberlakukan sistem *congestion charging* sebesar FG atau P₂-P₃ (Quinet, 1994; Blythe, 2004, Sjafruddin, 2004).

Persamaan dari estimasi biaya kemacetan dapat dirumuskan sebagai berikut :

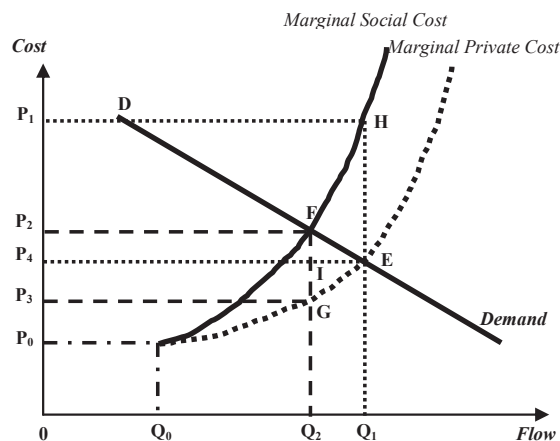
$$CC_{ij}^m = C_{ij}^m \text{ MSC} - C_{ij}^m \text{ MPC} \quad (1)$$

dimana :

$$CC_{ij}^m = \text{biaya kemacetan moda m dari i ke j}$$

$$C_{ij}^m \text{ MSC} = \text{marginal social cost atau biaya yang dikeluarkan masyarakat dari perjalanan i ke j dengan moda m.}$$

$$C_{ij}^m \text{ MPC} = \text{marginal private cost atau biaya yang dikeluarkan pengguna kendaraan pribadi dari perjalanan i ke j dengan moda m.}$$



Sumber : Stubbs, 1980

Gambar 1. Estimasi biaya kemacetan.

METODE

Data yang diperlukan meliputi: data geometrik dan data hambatan samping di ruas jalan Malioboro, jalan Ahmad Yani, jalan Pangeran Senopati, jalan Mayor Suryotomo, dan jalan Mataram, Yogyakarta. Data volume lalu lintas di lima ruas jalan tersebut, data kekasaran permukaan jalan. Data komponen biaya operasi kendaraan mobil pribadi, data kecepatan dan waktu tempuh kendaraan pada kondisi yang sebenarnya dan pada kondisi yang diperkirakan, dan data nilai waktu pengguna mobil pribadi. Metode yang digunakan untuk memperoleh data volume lalu lintas melalui survei *traffic counting*, sedangkan data kecepatan dan waktu tempuh mobil pribadi melalui survei *moving car observer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya umum (*generalized cost*) terdiri dari tiga komponen yaitu biaya operasi kendaraan (BOK) dalam satuan rupiah per kilometer, biaya polusi pada masing-masing jenis kendaraan dalam satuan rupiah per kendaraan-kilometer dan biaya waktu perjalanan dalam satuan rupiah per waktu perjalanan.

Ruas jalan Malioboro dan jalan Ahmad Yani terdiri dari 2 lajur 1 arah tak terbagi (2/1 UD) dengan lebar lajur lalu lintas efektif sebesar 6,0 m. Lajur bus TransJogja adalah bercampur dengan lajur kendaraan lainnya sehingga bus TransJogja berjalan pada lajur yang sama dengan kendaraan bermotor yang lainnya (Sugiyanto et al, 2007).

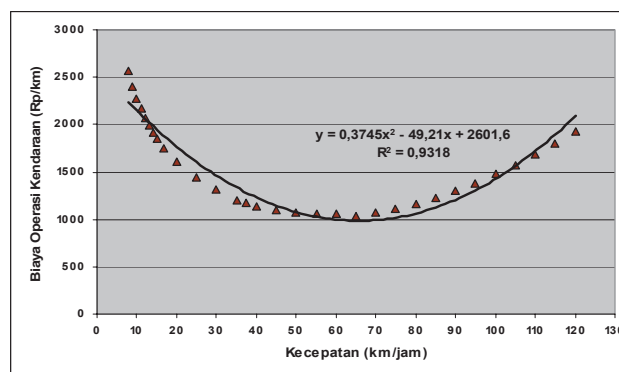
Biaya Operasi Kendaraan (BOK)

BOK mobil pribadi dihitung untuk dua kondisi yaitu berdasarkan pada kondisi yang sebenarnya (*actual cost*) dan pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) dengan menggunakan pendekatan metode Lembaga Afiliasi dan Penelitian dan Industri (LAPI) ITB 1996. Jenis kendaraan yang digunakan sebagai acuan adalah mobil Toyota Avanza. Hasil analisis BOK untuk mobil pribadi pada berbagai variasi kecepatan ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan penelitian Malkhamah, et al (2009) waktu tempuh mobil pribadi pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) di kawasan Malioboro adalah 2,80 menit sehingga diperoleh kecepatan mobil pribadi sebesar 30 km/jam. Nilai kecepatan ini sama dengan batas ketentuan kecepatan maksimum kendaraan di jalan perkotaan. Setelah dilakukan analisis diperoleh besarnya BOK mobil pribadi pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) sebesar Rp 1.313,87/km.

Sedangkan waktu tempuh pada kondisi yang sebenarnya (*actual cost*) di kawasan Malioboro adalah 10,50 menit sehingga diperoleh kecepatan mobil pribadi 8,00 km/jam. Setelah dilaku-

kan analisis diperoleh besarnya BOK mobil pribadi pada kondisi yang sebenarnya adalah Rp 2.563,18/km (Malkhamah, et al, 2009).



Gambar 2. Hubungan kecepatan dan BOK mobil pribadi dengan model LAPI ITB 1996.

Perhitungan BOK bus TransJogja menggunakan modifikasi perhitungan biaya operasi angkutan umum dari Keputusan Menteri Perhubungan No. 89 Tahun 2002 dengan memperhitungkan adanya pengaruh komponen *long run marginal cost* sehingga ada penambahan komponen biaya seperti : biaya pengembangan sumber daya, biaya pemasaran, biaya bus cadangan dan *margin* keuntungan perusahaan. Menurut Malkhamah, et al (2008) besarnya BOK bus TransJogja Rp 5.189,00/km. Sehingga BOK bus TransJogja di kawasan Malioboro sepanjang 1,40 km adalah Rp 7.264,00.

Tabel 1. BOK pada kondisi yang diperkirakan dan kondisi yang sebenarnya.

Jenis kendaraan	Panjang jalan (km)	BOK (Rp)	
		<i>Perceived cost</i>	<i>Actual cost</i>
Mobil Pribadi	1,40	1.839,50	3.588,50
Bus TransJogja	1,40	7.264,00	

Sumber : Malkhamah, et al (2008) dan Malkhamah, et al (2009)

Biaya Polusi (BP)

Biaya polusi dihitung berdasarkan *Marginal Health Cost* (MHC) hasil Studi Bank Dunia (1993) di Indonesia dalam satuan *cent/liter* dan dikurskan berdasarkan nilai rupiah terhadap \$US pada tanggal 18 Agustus 2009 dimana 1\$US = Rp 10.000,00 sehingga menjadi rupiah per liter. Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan model yang dikeluarkan oleh LAPI ITB 1996. Biaya polusi dihitung dengan mengalikan *marginal health cost* per kendaraan (Rp/liter) dengan konsumsi bahan bakar (liter/km). Hasil analisis seperti disajikan pada Tabel 2. Biaya polusi di Kawasan Malioboro merupakan perkalian antara MHC (Rp/km) setiap jenis kendaraan dengan panjang jalan kawasan Malioboro sebesar 1,40 km dengan biaya polusi. Hasilnya disajikan di Tabel 3.

Tabel 2. Biaya lingkungan akibat polusi dari bahan bakar transportasi.

Jenis Kendaraan	MHC/Vehicle		Konsumsi BBM (L/Km)		MHC (Rp/km)	
	Cent/Liter*	Rp/Liter	<i>Actual cost</i>	<i>Perceived cost</i>	<i>Actual cost</i>	<i>Perceived cost</i>
Mobil Penumpang					401,68	254,24
Bensin	23	2.300	0,201	0,127	461,94	292,38
Solar	8	800	0,201	0,127	160,67	101,70

* Studi *World Bank*, 1993 dalam La One (2002)

Tabel 3. Biaya polusi mobil pribadi.

Kondisi	Biaya polusi	
	(Rp/km)	Malioboro (Rp)
<i>Perceived cost</i>	254,24	394,02
<i>Actual cost</i>	401,68	622,53

Sumber : Hasil analisis, 2009

Biaya Waktu Perjalanan (BWP)

Perhitungan nilai waktu menggunakan pendekatan studi *Indonesian Highway Capacity Manual* (IHCM) 1996 dengan menggunakan produk domestik regional bruto (PDRB) per kapita di Kota Yogyakarta pada tahun 2008 berdasarkan data BPS Yogyakarta dalam Angka (2008). Hasil analisis nilai waktu mobil pribadi sebesar Rp 10.137,51 /kendaraan/jam dengan tingkat okupansi 2,50 orang per kendaraan. Nilai waktu untuk bus TransJogja sebesar Rp 26.593,86/kendaraan/jam. Nilai tingkat okupansi kendaraan mobil pribadi sebesar 2,50 diperoleh berdasarkan Sjafruddin (2006). Penghitungan biaya waktu perjalanan

sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanan kendaraan pada masing-masing ruas jalan. Penentuan biaya waktu perjalanan identik dengan besaran nilai waktu pada masing-masing pengguna kendaraan selama melakukan perjalanan. Untuk itu besarnya biaya waktu perjalanan dihitung pada dua kondisi yaitu pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) dan kondisi yang sebenarnya (*actual cost*) yang potensial terjadi kemacetan lalu lintas.

Waktu tempuh angkutan pribadi jenis mobil penumpang di kawasan Malioboro pada kondisi yang diperkirakan/*perceived cost* sebesar 2,8 menit. Sedangkan waktu tempuh pada kondisi sebenarnya (*actual cost*) sebesar 10,50 menit. Biaya waktu perjalanan untuk jenis kendaraan mobil pribadi pada kondisi sebenarnya (*actual cost*) sebesar Rp 1.775,00 sedangkan pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) sebesar Rp 474,00.

Generalized cost meliputi biaya operasi kendaraan, biaya waktu perjalanan dan biaya polusi. Besarnya *generalized cost* mobil pribadi pada kondisi yang sebenarnya (*actual cost*) dan pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) untuk mobil pribadi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya keseluruhan transportasi (*generalized cost*) mobil pribadi di kawasan Malioboro

No.	Kondisi	BOK (Rp)	BP (Rp)	BWP (Rp)	<i>Generalized cost</i> (Rp)
1.	<i>Perceived cost</i>	1.839,50	394,00	474,00	2.707,50
2.	<i>Actual cost</i>	3.588,50	622,50	1.775,00	5.986,00

Sumber : Hasil analisis, 2009

Biaya Kemacetan (Congestion Cost)

Besarnya biaya kemacetan di kawasan Malioboro adalah *generalized cost* pada kondisi sebenarnya (*actual cost*) dengan kecepatan 8km/jam sebesar Rp 5.986,00 dikurangi dengan *generalized cost* pada kondisi yang diperkirakan (*perceived cost*) dengan kecepatan 30 km/jam sebesar Rp 2.707,50. Sehingga diperoleh besarnya biaya kemacetan pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro adalah Rp 3.278,50. Biaya kemacetan hanya dibebankan kepada pengguna mobil pribadi (BPS, 2008).

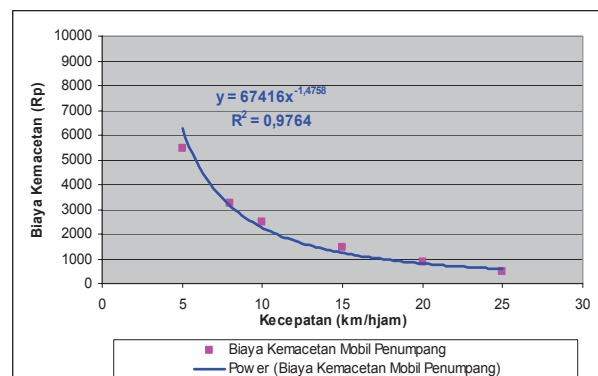
Pada kajian ini juga dilakukan skenario pada berbagai variasi kecepatan untuk kondisi yang sebenarnya (*actual condition*) di lapangan yaitu untuk kecepatan 5 km/jam, 8 km/jam, 10 km/jam, 15 km/jam, 20 km/jam, dan 25 km/jam dengan kecepatan pada kondisi yang diperkirakan tetap sebesar 30 km/jam. Hasil analisis biaya kemacetan (*congestion cost*) untuk mobil pribadi pada berbagai variasi kecepatan di Kawasan Malioboro, Yogyakarta ditunjukkan pada Tabel 5 dan pada Gambar 3.

Tabel 5. Hubungan antara kecepatan kendaraan kondisi sebenarnya dan biaya kemacetan

No.	Kecepatan aktual (km/jam)	Biaya kemacetan (Rp)
1.	5	5.451,41
2.	8	3.256,41
3.	10	2.499,28
4.	15	1.437,21
5.	20	850,16
6.	25	478,20

Sumber : Hasil analisis, 2009

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh bahwa model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta dirumuskan sebagai $y = 67.416 X^{-1,4758}$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9764 dimana X adalah kecepatan kendaraan dan y adalah biaya kemacetan. Hubungan antara kecepatan kendaraan dan biaya kemacetan dinyatakan dalam fungsi power. Semakin rendah kecepatan aktual di lapangan maka biaya kemacetannya semakin besar.



Gambar 3. Hubungan antara kecepatan kendaraan kondisi sebenarnya dan biaya kemacetan

Estimasi Peningkatan Kinerja Jaringan Jalan

Estimasi peningkatan kinerja jaringan jalan ditinjau berdasarkan penurunan nilai V/C_{ratio} jalan sebelum dan setelah penerapan biaya kemacetan di Jalan Malioboro dan Jalan Ahmad Yani, Yogyakarta. Volume lalu lintas kondisi setelah penerapan biaya kemacetan adalah volume lalu lintas pada kondisi eksisting dikurangi dengan proporsi pengguna mobil pribadi yang akan beralih ke bus TransJogja akibat penerapan biaya kemacetan sebesar 14,42% dan pengguna sepeda motor yang akan beralih ke bus TransJogja sebesar 11,70% (Malkhamah, et al, 2009).

Penurunan nilai V/C_{ratio} jalan bervariasi antara 7,80% - 14,26%. Penurunan terbesar terjadi di Jl. Mataram, Yogyakarta sebesar 14,26%, diikuti oleh Jalan Malioboro dan Jalan Ahmad Yani 11,96%, dan ruas Jalan Mayor Suryotomo sebesar 8,99%. Hal ini disebabkan karena komposisi volume lalu lintas di Jalan Mataram, Yogyakarta didominasi oleh mobil pribadi dan sepeda motor.

Tabel 6. Hasil analisis V/C_{ratio} jalan sebelum dan sesudah penerapan biaya kemacetan di kawasan Malioboro

No	Nama Jalan	Volume lalu lintas (smp/jam)		Kapasitas jalan (smp/jam)	Nilai V/C_{ratio} jalan		%Penurunan V/C
		<i>Before</i>	<i>After</i>		<i>Before</i>	<i>After</i>	
1.	Jalan Malioboro dan Jalan Ahmad Yani pada hari kerja	2.179,60	1.918,12	1.941,00	1,1224	0,9882	11,96
2.	Jalan Malioboro dan Jalan Ahmad Yani pada hari libur	1.878,50	1.732,14	1.941,00	0,9678	0,8924	7,80
3.	Jalan Pangeran Senopati	3.154,40	2.902,75	4.791,75	0,6583	0,6058	7,98
4.	Jalan Mayor Suryotomo	1.243,10	1.131,34	1.284,23	0,9680	0,8810	8,99
5.	Jalan Mataram	2.080,30	1.783,84	2.113,20	0,9844	0,8441	14,26

KESIMPULAN

Biaya transportasi mobil pribadi pada kondisi sebenarnya/ *actual cost* di kawasan Malioboro sepanjang 1,40 km adalah Rp 5.986,03 sedangkan pada kondisi diperkirakan/ *perceived cost* Rp 2.707,52. Sehingga biaya kemacetan mobil pribadi di kawasan Malioboro sebesar Rp 3.500,00.

Model biaya kemacetan bagi pengguna mobil pribadi di kawasan Malioboro, Yogyakarta dirumuskan sebagai $y = 67.416 X^{-1,4758}$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9764 dimana X adalah kecepatan kendaraan.

Penurunan nilai V/C_{ratio} jalan akibat penerapan biaya kemacetan di kawasan Malioboro bervariasi antara 7,80%-14,26% dengan persentase penurunan terbesar terjadi di Jalan. Mataram, Yogyakarta.

SARAN

Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pemodelan biaya kemacetan bagi pengguna sepeda motor dan penentuan besaran biaya kemacetan yang paling optimal sehingga dapat diperoleh efisiensi transportasi di daerah perkotaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Siti Malkhamah atas ijin penggunaan sebagian data penelitian yang didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional melalui Program Hibah Kompetitif Penelitian Strategis Nasional (RUSNAS) tahun anggaran 2009.

REFERENSI

- Biro Pusat Statistik. (2008). *Yogyakarta dalam Angka 2007/2008*. Yogyakarta, BPS Kota Yogyakarta.
- Blythe, Philip T. (2004). "Congestion Charging : Challenges to Meet the UK Policy Objectives." *Review of Network Economics*. Vol. 3 Issue 4. pp. 356 - 370.
- Deng, X. (2006). "Economic Cost of Motor Vehicle Emissions in China: a Case Study." *Transportation Research Part D: Environment*. Vol. 11. pp. 216-226.
- Directorate General of Highways, Ministry of Public Works. (1996). *Indonesian Highway Capacity Manual Part I. Urban Road*. Directorate General of Highways, Ministry of Public Works, Jakarta.
- Harford, J.D. (2006). "Congestion, Pollution and Benefit to Cost Ratios of US Public Transit System." *Transportation Research, Part D: Environment*. Vol. 11. pp. 45-58.
- La One. (2002). "Perhitungan Pajak Kendaraan Bermotor Berdasarkan Biaya Penyelenggaraan Transportasi (Studi Kasus di Kota Yogyakarta)." Tesis. Yogyakarta, Magister Sistem dan Teknik Transportasi. Universitas Gadjah Mada. (*tidak dipublikasikan*).
- Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB. (1996). "Laporan Akhir Studi Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan."

- an." PT. Jasa Marga. Bandung, Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Malkhamah, S. (2007). "Keuntungan Penyediaan dan Penggunaan Angkutan Umum untuk Masyarakat Perkotaan." *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*. 21 Februari 2007.
- Malkhamah, S., Munawar, A., Sutomo, H., Sugiyanto, G. (2008). "Pengembangan Model Biaya Kemacetan dan Biaya Kecelakaan untuk Meningkatkan Efisiensi Transportasi di Daerah Perkotaan." *Laporan Akhir Penelitian Hibah Guru Besar (HGB) Fakultas Teknik*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (*belum dipublikasikan*).
- Malkhamah, S., Sugiyanto, Sugiyanto, G., Widiati, A. (2009). "Pengembangan Model Biaya Kemacetan dan Teknik Konflik Lalu Lintas sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Keselamatan Lalu Lintas." *Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2009*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada (*belum dipublikasikan*).
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. KM. 89 Tahun (2002). Tanggal 22 November 2002 tentang *Mekanisme Penetapan Tarif dan Formula Perhitungan Biaya Pokok Angkutan Penumpang dengan Mobil Bus Antar Kota Kelas Ekonomi*. Jakarta.
- Newbery, D. M. (1998). *Fair Payment from Road-Users: A Review of the Evidence on Social and Environment Costs*. Report published by the Automobile Association, Basingstoke.
- Official Transport for London and Congestion Charge. (2006). *Congestion Charging*. diakses dari www.tfl.org.uk.
- Quinet, E. (1994). "The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalisation Policies." *In Internalising the Social Costs of Transport. Paris, OECD-European Conference of Ministers of Transport (ECMT)*. pp. 31-75.
- Santos, G. and Bhakar, J. (2006). "The Impact of London Congestion Charging Scheme on The Generalised Cost of Car Commuters to The City of London from a Value of Time Savings Perspective." *Transport Policy*, Vol.13. pp. 22-33.
- Santos, G. (1999). *Road Pricing on The Basis of Congestion Costs: Consistent Results from Two Historic UK Towns*. Cambridge, Inggris, Department of Applied Economics. pp. 1-16.
- Sjafruddin, A. (2004). *Materi Pelatihan Studi Kelayakan Proyek Transportasi*. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat ITB bekerjasama dengan KBK Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Stubs, P.C., Tyson W.J., dan Dalvi, M.Q. (1980). *Transport Economics*. London, George Allen and Unwin (Publisher) Ltd.
- Sugiyanto, G. (2007). "Kajian Penerapan *Congestion Charging* untuk Meningkatkan Penggunaan Angkutan Umum." Tesis. Bandung, Program Magister Teknik Sipil Bidang Rekayasa Transportasi Institut Teknologi Bandung. (*tidak dipublikasikan*).
- Sugiyanto, G., Sjafruddin, A. dan Siswosoebrotho, Bambang I. (2007). "Model Pemilihan Moda antara Mobil Pribadi dan

- Bus Kota akibat Penerapan Biaya Kemacetan (*Congestion Charging*).” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2007*. Bandung, Universitas Kristen Maranatha Bandung.
- Sugiyanto, G. (2008a). “Biaya Kemacetan (*Congestion Charging*) Mobil Pribadi di *Central Bussines District*.” *Jurnal Penelitian Media Teknik Sipil UNS*. Vol. VIII No.1. Januari 2008. Hal. 59-65.
- Sugiyanto, G. (2008b). “Analisis Elastisitas dan Sensitivitas Respon Individu dalam Memilih Moda Antara Mobil Pribadi dan Angkutan Umum Bus Kota dengan Teknik *Stated Preference* (Studi Kasus Kawasan Malioboro, Yogyakarta).” *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik Sipil Jurusan Sipil UMS*. Vol. 8 No.2. Juli 2008. Hal. 189-199.
- World Bank. (1993). *Marginal Health Cost (MHC) Indonesia: Energy and the Environment*.
- Yulifianti dan Malkhamah, S. (2004). “Tingkat Pencemaran Udara Oleh Lalu lintas di Lingkungan Kampus Universitas Gadjah Mada.” *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT)*. November 2004.