

MODEL KONSUMSI BAHAN BAKAR KENDARAAN PADA JARINGAN JALAN PERKOTAAN BERBASIS LALULINTAS HETEROGEN

M. Isran Ramli

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan, Km. 10,
Tamalanrea, Makassar
muhisran@yahoo.com

Sumarni Hamid Aly

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan, Km. 10,
Tamalanrea, Makassar
marni_hamidaly@yahoo.com

Muralia Hustim

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan, Km. 10,
Tamalanrea, Makassar
muraliahustim@yahoo.com

Andi Tri Aswidinata

Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jln. Perintis Kemerdekaan, Km. 10,
Tamalanrea, Makassar
trii_aswidinata@yahoo.com

Abstract

Vehicle fuel consumption is a significant factor in the modeling and estimation of vehicle operating costs and traffic congestion cost. However, studies on vehicle fuel consumption models on the road are still very limited. This study aims to build a model of the vehicle fuel consumption, particularly light vehicles. Models built are those relating vehicle speed and fuel consumption. Measurement of vehicle speed and fuel consumption was conducted on 2 road segments in the City of Makassar, which represents the free flow speed condition and the heterogeneous traffic speed condition. Using second order polynomial model, it is found that there is significant relationship between fuel consumption and vehicle speed. Comparing model curves obtained from this study with model curves obtained from ITB LAPI and PCI models shows that the models in this study is more fuel efficient than the previous two models.

Keywords: fuel consumption, light vehicle, road, heterogeneous traffic

Abstrak

Konsumsi bahan bakar kendaraan merupakan suatu faktor signifikan dalam pemodelan dan estimasi biaya operasional kendaraan dan biaya kemacetan lalulintas. Namun demikian studi model konsumsi bahan bakar kendaraan di jalan masih sangat terbatas. Studi ini bertujuan membangun suatu model konsumsi bahan bakar kendaraan, khususnya kendaraan ringan. Model yang dibangun merupakan model hubungan antara kecepatan kendaraan dan konsumsi bahan bakar minyak. Pengukuran kecepatan kendaraan dan konsumsi BBM dilakukan pada 2 ruas jalan di Kota Makassar yang merepresentasikan kondisi kecepatan arus bebas dan kondisi kecepatan lalulintas heterogen. Dengan menggunakan model polinomial dengan orde 2 diperoleh model hubungan yang cukup signifikan antara konsumsi BBM dengan kecepatan kendaraan. Perbandingan kurva model yang diperoleh dari studi ini dengan kurva-kurva model LAPI ITB dan model PCI memperlihatkan bahwa model penggunaan BBM hasil studi ini lebih efisien dibandingkan dengan 2 model terdahulu tersebut.

Kata-kata kunci: konsumsi bahan bakar, kendaraan ringan, jalan, lalulintas heterogen

PENDAHULUAN

Dalam satu dekade terakhir ini hampir semua kota besar di Indonesia mengalami peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang sangat tinggi, termasuk Kota Makassar. Hal ini telah dan masih memberikan dampak terhadap kinerja jaringan jalan dan lalulintas,

seperti peningkatan derajat kejenuhan dan penurunan kecepatan lalu lintas (Abulebu et al, 2012) serta dampak terhadap lingkungan, berupa peningkatan polusi gas buang (Aly et al, 2013) dan peningkatan kebisingan lalu lintas jalan. Lebih jauh kondisi ini telah mentransformasi perilaku lalu lintas, dari lalu lintas homogen ke lalu lintas heterogen.

Fenomena perilaku lalu lintas heterogen, berupa tidak dipatuhinya penggunaan lajur jalan sebagai akibat kegiatan zig-zag kendaraan, khususnya sepeda motor, dalam mendahului kendaraan lain atau dalam rangka mencari ruang jalan yang lebih lancar dan aman bagi pengendara, mendorong terciptanya kondisi kecepatan kendaraan yang tidak terkontrol, dengan sering terjadi perubahan kondisi pergerakan kendaraan antar segmen jalan secara berulang, baik itu kondisi percepatan, perlambatan, meluncur, maupun diam. Permasalahan ini telah membawa suatu masalah turunan, berupa pemborosan penggunaan bahan bakar, yang berdampak pada besarnya emisi kendaraan yang terjadi.

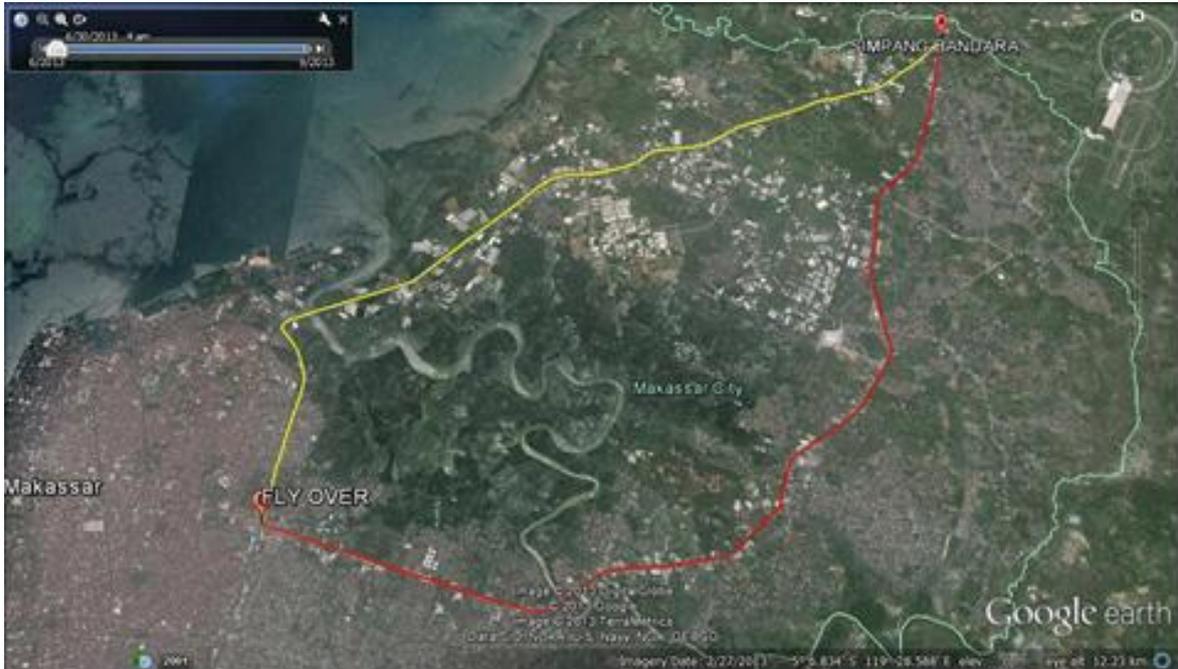
Salah satu dampak utama yang terjadi akibat fenomena lalu lintas heterogen ini adalah terjadinya kemacetan lalu lintas pada jaringan jalan perkotaan yang berimplikasi pada timbulnya biaya kemacetan lalu lintas. Dalam rangka membangun suatu model estimasi biaya kemacetan pada jaringan jalan perkotaan berbasis lalu lintas heterogen, faktor Konsumsi Bahan Bakar (KBB) kendaraan menjadi salah satu variabel utama yang perlu dikenali terlebih dahulu. Selama ini masih sangat sedikit studi-studi di Indonesia yang berfokus membangun model KBB tersebut. Di era tahun 1990-an telah dibangun 2 model KBB oleh LAPI ITB dan PCI (Sugiyanto, 2007). Namun kedua model ini didasarkan pada kondisi arus lalu lintas yang cenderung berperilaku homogen saat itu, sehingga mengalami keterbatasan untuk diaplikasikan pada situasi lalu lintas heterogen saat ini. Namun demikian Sugiyanto (2007) tetap mengadopsi kedua model tersebut untuk mengestimasi biaya operasi kendaraan pada studinya tentang estimasi biaya kemacetan transportasi pada jalan utama di Kota Yogyakarta.

Dalam rangka mengisi kekosongan model KBB kendaraan yang dapat merepresentasikan secara lebih faktual kondisi arus lalu lintas yang bersifat heterogen, serta mengelaborasi lebih jauh keandalan kedua model KBB terdahulu, studi ini berupaya mendeskripsikan, menganalisis, serta memodelkan KBB kendaraan pada jaringan jalan berbasis lalu lintas heterogen, khususnya untuk jenis kendaraan ringan pada jaringan jalan di Kota Makassar. Studi ini juga memperbandingkan model empiris yang dibangun terhadap model PCI dan model LAPI ITB untuk melihat sensitivitas ketiga model tersebut dalam merepresentasikan KBB kendaraan ringan pada kondisi arus lalu lintas heterogen.

Lokasi Studi

Lokasi studi ditentukan sehingga dapat merepresentasikan 2 kondisi arus lalu lintas, yaitu kondisi kecepatan arus bebas dan kondisi kecepatan arus aktual lalu lintas heterogen. Untuk itu dipilih 2 ruas jalan di Kota Makassar, yaitu jalan tol rute Simpang Bandara-Simpang Fly Over, dengan panjang jalan adalah 13,9 km, dan jalan non-tol (rute Jl. Perintis Kemerdekaan-Jl. Urip Sumoharjo), dengan panjang jaringan jalan adalah 15,4 km. Kedua ruas jalan yang dipilih menjadi lokasi survei disajikan pada Gambar 1, dengan ruas

jalan tol ditunjukkan oleh garis berwarna kuning dan ruas jalan non-tol ditunjukkan oleh garis berwarna merah.



Gambar 1 Lokasi Sampel Jaringan Jalan di Makassar

Peralatan Survei

Peralatan utama yang digunakan dalam survei pengukuran kecepatan kendaraan pada studi ini adalah kendaraan beroda 4 dan alat GPS serta hasil *print out* pengisian bensin kendaraan di stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU). Survei pengukuran kecepatan kendaraan menggunakan kendaraan yang dapat merepresentasikan variasi jenis atau tipe kendaraan ringan yang beroperasi di ruas-ruas jalan di Kota Makassar. Untuk itu dipilih 5 unit kendaraan yang merepresentasikan kombinasi produsen dan tipe kendaraan yang dominan di Kota Makassar. Kombinasi ini merepresentasikan 4 jenis produsen kendaraan yang mendominasi komposisi kendaraan di Kota Makassar, yaitu Toyota, Daihatsu, Honda, dan Ford, serta 5 tipe kendaraan ringan yang dominan dewasa ini di Kota Makassar, yaitu Avanza, Yaris, Terios, CRV, dan Fiesta. Pemilihan 5 unit kendaraan uji ini juga mempertimbangkan faktor tahun produksi dan kapasitas mesin kendaraan. Kelima unit kendaraan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Pengukuran kecepatan kendaraan ringan menggunakan alat GPS yang dapat diatur untuk pengukuran kecepatan berlari kendaraan ringan per detik. Pada studi ini digunakan alat GPS tipe Garmin Etrex 30, yang secara otomatis mampu mengukur dan merekam kecepatan dan posisi kendaraan sepanjang perjalanan kendaraan, detik demi detik, sehingga pengukuran kecepatan perjalanan kendaraan dari titik asal ke titik tujuan dapat menjadi lebih akurat.

Tabel 1 Jenis Kendaraan Uji

No.	Produsen	Merk/Tipe	Kondisi/Kapasitas Kendaraan	
			Tahun Produksi	Kapasitas Mesin (cc)
1.	Toyota	Avanza	2012	1.500
		Yaris	2011	1.500
2.	Daihatsu	Terios	2011	1.500
3.	Honda	CRV	2011	2.000
4.	Ford	Fiesta	2012	1.400

Pengukuran kecepatan kendaraan pada kedua sampel ruas jalan di Kota Makassar menggunakan pendekatan pengamatan kendaraan bergerak (*probe vehicle approach*), yaitu metode survei kendaraan mengambang (*floating car survey method*). Metode survei ini banyak digunakan untuk survei kecepatan, waktu tempuh, arah, dan posisi suatu obyek bergerak yang menggunakan alat perekam waktu atau posisi yang bersifat *mobile*, seperti GPS.

Dengan mengendarai suatu kendaraan, surveyor juga melakukan *tracking* dengan alat GPS untuk merekam posisi dan kecepatan kendaraan ringan mulai dari titik awal hingga titik akhir suatu rute perjalanan. Untuk merepresentasikan kondisi arus lalu lintas yang diukur, pengemudi membuat kendaraan yang dikendarainya mengambang pada arus kendaraan yang terjadi, dengan mengupayakan jumlah kendaraan yang disalip sama dengan kendaraan yang menyalip. Selain itu pengemudi juga mengatur kecepatan kendaraannya sesuai dengan perkiraan kecepatan arus lalu lintas yang ada secara alami dan bergerak sesuai dengan kecepatan batas (Hasrul et al, 2013). Pengukuran kecepatan ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap kendaraan uji.

Pada titik awal perjalanan, sebelum berangkat, kendaraan diisi bahan bakar secara penuh pada SPBU yang berlokasi sangat dekat dengan titik awal rute perjalanan. Pada akhir perjalanan kendaraan kembali diisi bahan bakar secara penuh pada SPBU yang berlokasi cukup dekat dengan titik akhir rute perjalanan. Pada SPBU ini diperoleh *print out* kedua yang memberikan informasi penggunaan bahan bakar selama pengujian.

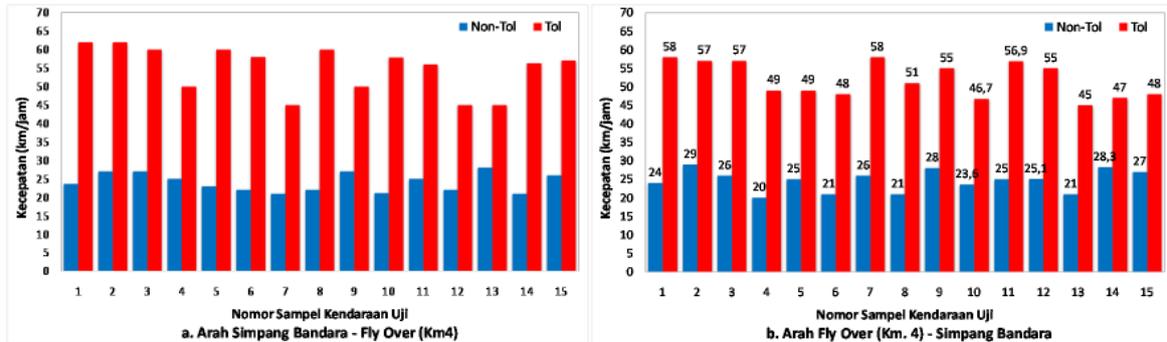
Pendekatan model konsumsi bahan bakar kendaraan ringan yang digunakan pada studi ini menggunakan model LAPI-ITB dan model PCI. Model pendekatan yang digunakan adalah model regresi polinomial dengan orde 2 (Sugiyanto, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Kendaraan

Hasil-hasil pengukuran kecepatan kendaraan pada kedua ruas jalan yang diamati disajikan pada Gambar 3a untuk arah pergerakan kendaraan Simpang Bandara-Fly Over-KM 4 dan pada Gambar 3b untuk arah pergerakan kendaraan Fly Over-KM 4-Simpang Bandara. Gambar 3 memperlihatkan bahwa fenomena kecepatan kendaraan untuk kedua arah pergerakan relatif sama, baik untuk kecepatan kendaraan pada kondisi arus bebas (jalan tol) maupun untuk fenomena kecepatan kendaraan pada kondisi lalu lintas heterogen (jalan non-tol). Kecepatan kendaraan pada kondisi arus bebas berada pada rentang 45

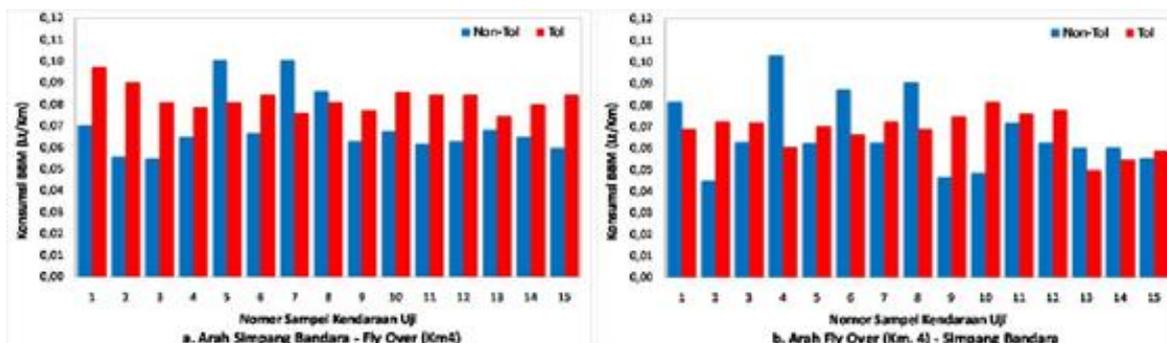
km/jam hingga 60 km/jam, sedangkan pada kondisi lalulintas heterogen rentang kecepatan kendaraan adalah 20 km/jam hingga 30 km/jam. Kondisi ini mengindikasikan bahwa nilai kecepatan kendaraan pada kondisi lalulintas heterogen telah tereduksi hingga 50 % dari kondisi kecepatan arus bebas.



Gambar 3 Kecepatan Kendaraan

Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

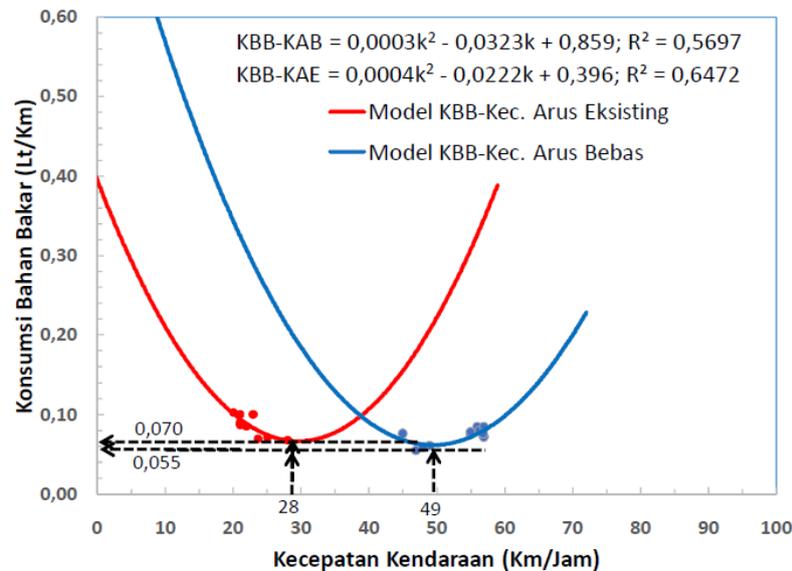
Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar kendaraan disajikan pada Gambar 4a untuk arah pergerakan kendaraan Simpang Bandara-Fly Over-KM 4 dan pada Gambar 4b untuk arah pergerakan kendaraan Fly Over-KM 4-Simpang Bandara. Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa fenomena konsumsi bahan bakar (KBB) kendaraan ringan pada kedua arah pergerakan kendaraan di kedua kondisi jaringan jalan relatif berfluktuasi antar kendaraan uji. Fluktuasi KBB kendaraan berada pada interval 0,04 lt/km hingga 0,11 lt/km. Untuk kedua kondisi arus lalulintas, KBB kendaraan kurang memperlihatkan konsistensi dominasi satu sama lainnya, meskipun pada beberapa kendaraan uji tertentu terlihat bahwa KBB kendaraan uji pada kondisi arus lalulintas eksisting jauh lebih besar dibanding KBB kendaraan uji pada kondisi kecepatan arus bebas. Hal ini mengindikasikan bahwa perilaku mengemudi dan kondisi arus lalulintas bersama-sama turut mempengaruhi tingkat KBB kendaraan yang melintas.



Gambar 4 Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Uji

Model Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Ringan

Berdasarkan data hasil pengukuran kecepatan dan KBB kendaraan, dilakukan pembangunan model KBB terhadap kecepatan kendaraan dengan menggunakan pendekatan model polinomial dengan orde 2. Hasil-hasil pemodelan untuk kedua kondisi arus lalulintas (kondisi kecepatan arus bebas dan kondisi kecepatan arus heterogen atau eksisting) disajikan pada Gambar 5.



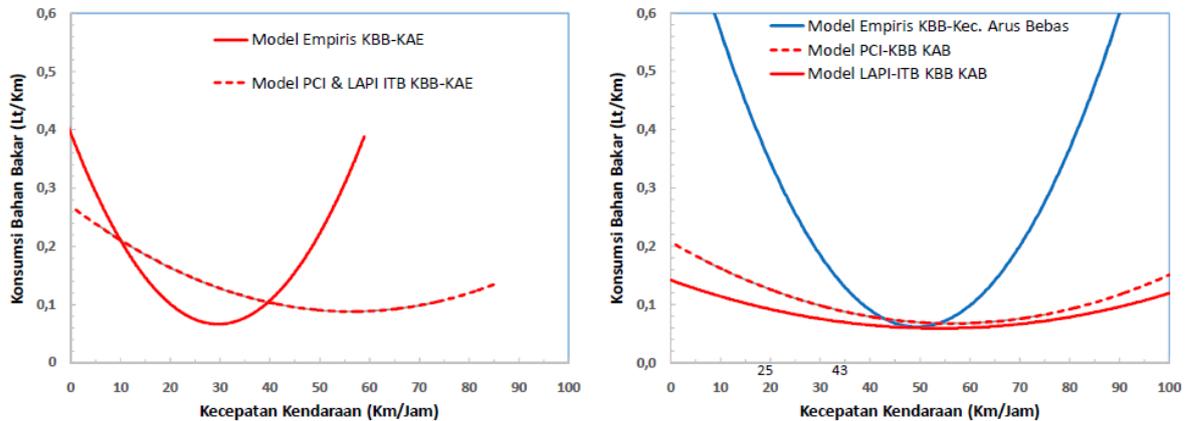
Gambar 5 Model Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

Gambar 5 memperlihatkan bahwa model KBB kendaraan untuk kedua kondisi arus lalulintas yang menggunakan model polinomial dengan orde 2 mempunyai nilai koefisien determinasi yang cukup dan dapat diterima (nilai $R^2 > 0,5$). Persamaan yang disajikan pada Gambar 5 memberikan model kurva parabola terbuka, yang mempunyai titik minimum. Secara ordinat kedua titik minimum pada Gambar 5 hanya berbeda sedikit, namun secara absis terdapat perbedaan yang cukup besar. KBB kendaraan pada kondisi arus bebas (0,06 Lt/km) sedikit lebih rendah daripada KBB kendaraan ringan pada kondisi arus eksisting (0,07 Lt/km). Secara absis terlihat bahwa kecepatan kendaraan pada kondisi arus bebas jauh lebih besar, yaitu sebesar 49 km/jam, dibandingkan dengan kondisi kecepatan arus heterogen, yang hanya sebesar 28 km/Jam. Hal ini berarti bahwa operasi kendaraan pada kondisi kecepatan arus bebas lebih hemat bahan bakar dibandingkan dengan operasi kendaraan pada arus heterogen (eksisting).

Perbandingan Model Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Ringan

Untuk melihat lebih jauh akurasi model dalam merepresentasikan fenomena KBB kendaraan pada jaringan jalan yang mempunyai kondisi lalulintas heterogen, pada studi ini dilakukan perbandingan antara model KBB kendaraan yang diperoleh (selanjutnya disebut dengan model empiris) terhadap 2 model KBB kendaraan yang sudah ada dan selama ini

banyak dan masih digunakan di Indonesia, yaitu model LAPI-ITB dan model PCI. Perbandingan ketiga model tersebut disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Perbandingan Model-Model Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

Gambar 6 memperlihatkan bahwa model empiris pada kedua kondisi arus lalu lintas lebih cekung dibandingkan dengan model PCI dan model LAPI ITB. Nilai minimum kurva model empiris KBB kendaraan untuk kondisi arus heterogen lebih kecil daripada nilai minimum kedua model yang sudah ada. Namun pada kondisi lalu lintas dengan kecepatan arus bebas, nilai minimum kurva KBB kendaraan untuk ketiga model relatif sama. Pada Gambar 6 juga terlihat bahwa nilai kecepatan untuk titik minimum kurva model empiris lebih rendah dibandingkan yang terdapat pada model PCI dan model LAPI ITB. Secara keseluruhan hasil perbandingan mengindikasikan bahwa model empiris yang diperoleh pada studi ini lebih sensitif terhadap perubahan kecepatan dibandingkan dengan model PCI dan model LAPI ITB.

KESIMPULAN

Studi ini telah berupaya membangun model konsumsi bahan bakar (KBB) kendaraan ringan berbasis pengukuran data empiris pada jalan perkotaan di Kota Makassar untuk dua kondisi arus lalu lintas, yaitu kondisi kecepatan arus bebas dan kondisi kecepatan arus heterogen. Karakteristik kecepatan lalu lintas untuk kedua kondisi mengalami perbedaan yang cukup signifikan, dengan kecepatan kendaraan ringan pada kondisi heterogen tereduksi hingga 50 % dibandingkan nilai kecepatan kendaraan kondisi kecepatan arus bebas. Perbedaan ini memberikan konsekuensi yang nyata terhadap konsumsi bahan bakar antarkedua kondisi arus lalu lintas.

Titik minimum kurva model KBB terhadap kecepatan kendaraan untuk kondisi kecepatan arus bebas lebih rendah daripada titik minimum kurva model KBB kondisi kecepatan heterogen, dengan nilai kecepatan untuk kondisi kecepatan arus bebas lebih besar daripada kecepatan pada kondisi heterogen. Fenomena kedua kurva model ini

mengindikasikan adanya penambahan biaya KBB secara signifikan akibat adanya penurunan nilai kecepatan kendaraan dari kondisi idealnya.

Perbandingan model KBB yang diperoleh terhadap dua model KBB yang selama ini banyak dan masih digunakan di Indonesia, yaitu model LAPI-ITB dan model PCI, memperlihatkan bahwa model kurva KBB hasil studi ini lebih efisien dan lebih sensitif merepresentasikan KBB kendaraan pada kondisi arus lalu lintas heterogen.

Hasil-hasil studi dapat dimanfaatkan untuk kegiatan estimasi biaya operasional kendaraan dari sudut KBB pada kondisi lalu lintas heterogen. Hasil studi ini juga dapat digunakan sebagai salah satu komponen utama dalam pembangunan model estimasi biaya kemacetan lalu lintas pada jaringan jalan berbasis lalu lintas heterogen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, c.q. Rektor Universitas Hasanuddin, yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Hibah Penelitian Kompetensi Internal LP2M UNHAS Tahun Anggaran BOPTN-2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulebu, H., Ramli, M.I., dan Harianto, T. 2012. *A Study on the Motorcycle Speed of One-Directional Urban Roads in Makassar*. Proceeding of the 15th FSTPT International Symposium.
- Aly, S.H. dan Ramli, M.I. 2013. *Running Vehicle Emission Factors of Passenger Cars in Makassar, Indonesia*. Proceeding of the 10th Conference of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Hasrul, R., M.A., Aly, S.H., dan Ramli, M.I. 2013. *The Driving Cycle of Light Vehicles on an Urban Road in Makassar-Indonesia*. Proceeding of the International Seminar on Infrastructure Development in Cluster Island Eastern Part of Indonesia, Bau-Bau, January 19th, 2013.
- Sugiyanto, G. 2007. *Kajian Penerapan Congestion Charging Untuk Meningkatkan Penggunaan Angkutan Umum: Studi Kasus di Koridor Malioboro, Yogyakarta*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Program Magister Rekayasa Transportasi, Institut Teknologi Bandung.