

FAKTOR-FAKTOR BERPENGARUH TERHADAP UJI KEGAGALAN EMISI KENDARAAN SEPEDA MOTOR DI KOTA MAKASSAR

Muhammad Arafah¹, Mary Selintung², Sumarni Hamid Aly³, M. Isran Ramli⁴

¹Dinas Perhubungan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan

Jl. Perintis Kemerdekaan, 92147 Telp/HP: 081242644999

^{1,2,3,4}Program Studi S3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan, Km. 10 Tamalanrea, 92145 Telp 0411-587636

Email¹: arafahpalu69@gmail.com; Email²: mary.selintung@yahoo.com;

Email³: marni_hamidaly@yahoo.com; Email⁴: muhisran@yahoo.com

Abstrak

Dalam rangka studi komprehensif tentang emisi gas buang sepeda motor dan mitigasinya, studi ini bertujuan menganalisis faktor-faktor berpengaruh terhadap kegagalan uji emisi kendaraan sepeda motor di Kota Makassar. Studi ini menggunakan data hasil pengujian kegagalan emisi kendaraan sepeda motor di Kota Makassar selama 3 tahun terakhir yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Kota Makassar. Pengujian kegagalan emisi meliputi dua jenis emisi sepeda motor, yaitu Karbon monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC), terhadap kurang lebih 500 data sampel sepeda motor. Faktor-faktor berpengaruh yang dianalisis dalam studi ini adalah umur, kapasitas mesin, dan panjang perjalanan dari kendaraan sepeda motor. Analisis pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap kegagalan uji emisi CO dan HC berdasarkan standar Kementerian Lingkungan Hidup, menggunakan pendekatan model binomial logit. Hasil pemodelan dan analisis memperlihatkan bahwa variabel umur kendaraan menjadi faktor paling berpengaruh terhadap kegagalan uji emisi HC dan CO kendaraan sepeda motor. Hasil-hasil studi ini memberikan ekspektasi untuk analisis lanjutan terhadap karakteristik dan model faktor emisi kendaraan sepeda motor.

Kata kunci: faktor-faktor berpengaruh; uji kegagalan emisi; sepeda motor; Makassar

Pendahuluan

Peningkatan populasi sepeda motor yang semakin cepat dewasa ini telah menimbulkan berbagai permasalahan lalu lintas perkotaan dan lingkungan di kota-kota besar di Indonesia, termasuk di Kota Makassar. Salah satu permasalahan di bidang lingkungan adalah semakin meningkatnya emisis kendaraan di jalan-jalan seiring dengan meningkatnya jumlah sepeda motor. Jumlah populasi sepeda motor yang beroperasi di Kota Makassar berdasarkan data dari Ditlantas Polda Sulawesi Selatan tahun 2011 adalah sebesar 791.198 8 (82,32%), meningkat secara signifikan dari jumlah 360.122 unit (75,80%) pada tahun 2008 (Sulsel dalam Angka, 2012).

Berkaitan dengan besaran emisi, secara menyeluruh kendaraan bermotor mengeluarkan emisi berupa fosil Karbon Monoksida (CO) dari bahan bakar sebesar 14%, Karbon Monoksida (CO) dan Hidro Karbo (HC) sebesar 50% hingga 60%, dan Nitrat Oksida (NO) sebesar 30% (Hwang et al., 2007). Upaya dan proses dalam mengurangi besaran emisi tersebut merupakan salah satu topik diskusi dalam pemecahan masalah-masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Salah satu upaya yang telah dan sedang dilakukan untuk mengontrol dan mengurangi besaran emisi dari sektor transportasi adalah dilakukannya upaya-upaya pengendalian dan monitoring lalu lintas di jalan.

Salah satu kegiatan yang dilakukan oleh pemerintah diberbagai kota di negara berkembang termasuk di Indonesia adalah adanya program Inspeksi dan Monitoring (I/M) untuk mengendalikan polusi udar dari sumber kendaraan bermotor (Simamora, 2006). Meskipun masih terdapat diskusi tentang keefektifan program ini dalam mengurangi emisi kendaraan (Bin, 2003; dan Beydoundkk., 2006). Program I/M ini telah dan sedang dilakukan di berbagai kota-kota besar di Pulau Jawa di Indonesia seperti Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi (Sudarmanto dkk., 2007), Bandung, and Surabaya (Sudarmanto dkk., 2010). Untuk kegiatan I/M di luar Pulau Jawa, juga telah dan secara berkala atau periodik dilakukan oleh Pemerintah Kota Makassar melalui Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (Aly dkk., 2011).

Dalam konteks mencari solusi permasalahan tersebut, dan berkontribusi terhadap upaya pengendalian emisi di Kota Makassar, maka penelitian bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor berpengaruh terhadap kegagalan uji emisi kendaraan sepeda motor di Kota Makassar dengan menggunakan pendekatan model *binomial logit* (BNL).

Metode Penelitian dan Pengembangan Model

a. Metode pengujian emisi sepeda motor untuk kondisi diam (*idle*)

Metode pengujian emisi yang digunakan pada kegiatan Inspeksi dan Monitoring (I/M) kendaraan bermotor di Kota Makassar yang datanya digunakan pada studi ini adalah suatu prosedur untuk menentukan kadar karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), karbon dioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) yang terkandung didalam gas buang dari motor cetus api kendaraan bermotor pada posisi putaran *idle* serta mendapatkan nilai lambda (perbandingan campuran udara dan bahan bakar). Adapun alat uji yang digunakan adalah Alat Uji 4 Gas Analyser (HC, CO, CO₂, O₂, λ , suhu, putaran). Diskusi lebih jauh tentang alat dan metode pengujian ini dapat dilihat pada Arafah dkk. (2013a; 2013b).

b. Lokasi, waktu, jumlah data sampel uji emisi sepeda motor

Studi ini menggunakan data yang bersumber dari data sampel hasil kegiatan I/M emisi kendaraan pada ruas jalan arteri di Kota Makassar. Kegiatan tersebut telah melakukan pengukuran emisi kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya termasuk kendaraan sepeda motor secara periodik setiap tahunnya. Metode pengukuran emisi kendaraan bermotor yang digunakan adalah pengukuran emisi kendaraan dalam kondisi *idle* sebagaimana metode pengukuran yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Adapun periode waktu, lokasi dan jumlah data sampel dari setiap kegiatan I/M tersebut yang digunakan pada studi ini adalah sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi, waktu dan jumlah data sampel studi

Periode (Tahun)	Waktu Pengujian	Lokasi	Jumlah Data
2010	5 Mei	Jl. Boulevard	51
2011	18 Oktober	Jl. Sudirman	142
2012	6 Nopember	Jl. Sudirman	131
Jumlah Sampel			324

Sumber: BPLHD Kota Makassar (2012)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa terdapat 324 unit sepeda motor secara total yang telah diuji level emisinya sejak tahun 2010 hingga tahun 2012. Dimana, pada tahun 2010 jumlah sepeda motor yang diuji hanya sebanyak 51 unit, kemudian mengalami peningkatan yang signifikan pada tahun 2011 dan 2012 sebesar 142 dan 131 unit.

c. Metode uji kegagalan emisi sepeda motor

Metode uji kegagalan emisi sepeda motor pada studi ini dilakukan dengan cara mengevaluasi hasil uji emisi sepeda motor terhadap nilai-nilai standar baku emisi kendaraan khususnya kendaraan sepeda motor yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Pemerintah Republik Indonesia berupa Peraturan Menteri No. 05 Tahun 2006 per-tanggal 1 Agustus 2006 (Arafah, dkk., 2013a; 2013b). Nilai-nilai baku mutu emisi sepeda motor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar baku mutu emisi sepeda motor (Kendaraan Bermotor Kategori L)

Kategori SM	Tahun Pembuatan	CO(%)	HC (ppm)	Metode Uji
2 Langkah	< 2010	4,5	12.000	Idle
4 Langkah	< 2010	4,5	2.400	Idle
2 & 4 Langkah	> 2010	4,5	2.000	Idle

Sumber: PERMEN LH No. 05 Tahun 2006 / 1 Agustus 2006

Tabel 2 memperlihatkan bahwa pemberlakuan nilai baku emisi baik CO dan HC didasarkan pada kategori jenis mesin dan tahun produksi kendaraan sepeda motor, dimana tahun 2010 merupakan tahun pembatas antara sepeda motor produksi terbaru dengan sepeda motor produksi terlama. Untuk sepeda motor produksi tahun 2010 atau yang lebih baru, maka baku mutu emisi CO adalah maksimal 4,5% dan baku mutu emisi HC adalah minimal maksimum 2000 ppm untuk sepeda motor dengan jenis mesin 2 dan 4 langkah. Adapun untuk sepeda motor produksi yang lebih tua dari tahun 2010, maka baku mutu emisi CO adalah maksimal 4,5%, dan baku mutu emisi HC adalah maksimal 12.000 ppm untuk sepeda motor 2 langkah. Sedangkan untuk sepeda motor 4 langkah, maka baku mutu emisi CO adalah maksimal 4,5%, dan baku mutu emisi HC adalah maksimal 2.400 ppm.

d. Pengembangan Model Binomial Logit

Model logit adalah salah satu pendekatan model yang dapat digunakan untuk merepresentasikan hubungan antara variabel respon atau terikat (Y) yang bersifat data kategori dan satu atau lebih variabel predictor atau bebas (X) yang tidak hanya bersifat kategori tapi bias juga sebagai data yang bersifat kontinyu. Ketika variabel terikat hanya terdiri dari 2 kategori, misalnya $Y = 1$ (sukses) and $Y = 0$ (gagal), maka model binomial logit dapat diaplikasikan. Dalam konteks ini, pendekatan model mengasumsikan bahwa kedua kategori dari variabel terikat tersebut menghasilkan nilai-nilai Y yang mengikuti distribusi Bernoulli. Dengan demikian, fungsi probabilitas dari variabel Y dengan parameter γ dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$P(Y = y) = \gamma^y (1 - \gamma)^{1-y} \quad (1)$$

Dimana $y = 0, 1$. Sehingga probabilitas setiap kategori adalah $P(Y=1) = \gamma$ dan $P(Y=0) = 1 - \gamma$ dengan $E(y) = \gamma$, untuk $0 \leq \gamma \leq 1$. Secara umum, probabilitas dari fungsi logit yang tergantung dengan sejumlah n variabel bebas dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$P(y|x) = \frac{e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}} \quad (2)$$

Dimana x_n adalah suatu vektor dari variabel teramati yang merepresentasikan atribut-atribut yang relevan terhadap variabel terikat, Y . β_n adalah parameter dari x_n yang diestimasi, dan β_0 adalah suatu konstanta khusus dari model logit.

Spesifikasi-spesifikasi dari variabel-variabel yang dipertimbangkan dalam pemodelan pada studi ini dibagi atas dua kategori, yaitu hasil uji kegagalan dari uji emisi sepeda motor sebagai variabel terikat, dan karakteristik-karakteristik sepeda motor sebagai variabel-variabel bebas. Terdapat dua tipe hasil uji kegagalan dari evaluasi hasil uji emisi sepeda motor terhadap nilai-nilai baku mutu standar emisi sepeda motor, yaitu $Y = 0$ jika nilai emisi sepeda motor melampaui nilai baku mutu, dalam hal ini disebut gagal uji, dan $Y = 1$ jika hasil uji emisi sepeda motor masih berada di bawah nilai standar emisi, dalam kondisi ini disebut sukses atau lolos uji. Beberapa karakteristik sepeda motor terkait dengan kemampuan operasional seperti umur sepeda motor (dalam satuan tahun), kapasitas atau ukuran mesin (dalam satuan *centimeter cubic* atau cc), dan jarak tempuh yang telah dijalani (dalam satuan kilometer), yang diidentifikasi sebagai faktor-faktor penting dalam berkontribusi terhadap level emisi gas buang sepeda motor dimasukkan sebagai variabel-variabel bebas dalam model binomial logit. Dalam hal ini, ketiganya di simbolkan sebagai X_{Va} , X_{Es} , and X_{Td} , secara berurutan.

Berdasarkan bentuk umum pendekatan model logit, khususnya pada kasus terdapat 2 alternatif, dalam studi ini adalah probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor, maka studi ini menerapkan model binomial logic (BNL). Dengan menggunakan persamaan (2) dan variabel-variabel bebas yang telah disebutkan sebelumnya, maka probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor, $P_1(y|x)$, dapat diekspresikan sebagaimana persamaan berikut:

$$P_1(y|x) = \frac{e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{Va} + \beta_2 x_{Es} + \beta_3 x_{Td})}}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{Va} + \beta_2 x_{Es} + \beta_3 x_{Td})}} \quad (3)$$

Dimana β_0 adalah konstanta dari model, β_1 , β_2 , dan β_3 adalah parameter-parameter dari variabel-variabel usia sepeda motor (X_{Va}), ukuran mesin (X_{Es}), dan jarak yang telah dilalui (X_{Td}).

Studi ini mengadopsi teori *maximum likelihood* dalam mengestimasi nilai-nilai parameter model BNL yang dikembangkan. Prosedur proses estimasi nilai *maximum likelihood* meliputi pengembangan suatu fungsi kepadatan probabilitas gabungan dari sampel yang teramati, disebut juga dengan fungsi *likelihood*, dimana fungsi ini dioptimasi dalam rangka memaksimalkan nilai fungsi *likelihood*. Fungsi *likelihood* dalam kasus terdapat T pengamatan terhadap J alternatif hasil, didefinisikan sebagai berikut (Koppelman and Bhat, 2006; Train, 2009):

$$L(\beta) = \prod_{\forall t \in T} \prod_{\forall j \in J} (P_{jt}(\beta))^{\delta_{jt}} \quad (4)$$

Dimana δ_{jt} adalah indikator pilihan (=1 jika j terpilih pada pengamatan t , dan =0 untuk kejadian lainnya) dan P_{jt} adalah probabilitas ketika pengamatan t menghasilkan kejadian j . Solusi dalam rangka memaksimalkan nilai fungsi *log-likelihood function* adalah melakukan derivasi terhadap fungsi tersebut dengan tujuan menghasilkan nilai parameter β . Dalam konteks ini, nilai-nilai parameter model diestimasi dengan menggunakan perangkat lunak komputasi berbasis ekonometrik, yaitu STATA versi 10.0.

Hasil dan Pembahasan

a. Karakteristik sampel sepeda motor

Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian terdahulu, maka pada bagian ini akan disajikan 3 karakteristik utama sepeda motor yang terjaring sebagai sampel pada kegiatan I/M emisi sepeda motor di Kota Makassar. Ketiga

karakteristik tersebut, yaitu jenis mesin, usia, dan merek sepeda motor, akan dijelaskan secara berurutan pada paragraf-paragraf berikut.

Jenis mesin kendaraan sepeda motor yang terjaring dalam data sampel kegiatan I/M di Kota Makassar, dimana datanya digunakan pada studi ini adalah dominan kendaraan sepeda motor yang sudah menggunakan jenis mesin 4 langkah.

Berbagai indikator statistik tentang karakteristik umur sepeda motor yang terjaring sebagai sampel pada kegiatan I/M di Kota Makassar yang menjadi data pada studi ini disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 memperlihatkan bahwa data sampel sepeda motor memiliki umur rerata 3 tahun, dimana masih terdapat sepeda motor yang beroperasi di jalan dengan umur 29 tahun. Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa sepeda motor didominasi dengan usi 1 – 2 tahun.

Tabel 3. Umur sepeda motor berdasarkan tahun sampling uji

Indikator Statistik	Umur Sepeda Motor per-Tahun Pengujian (Tahun)			
	2010	2011	2012	Total
Tertua	29.0	19.0	18.0	29.0
Termuda	0.0	0.0	0.0	0.0
Rerata	4.3	2.3	3.2	3.0
Modus	1.0	1.0	1.0	1.0
Median	2.5	1.0	3.0	2.0
Jumlah Sampel	51.0	142.0	131.0	324.0

Karakteristik panjang perjalanan yang telah dilakukan oleh sepeda motor sesuai dengan hasil pembacaan odometer sepeda motor yang menjadi sampel uji kegiatan I/M, disajikan pada Tabel 4.

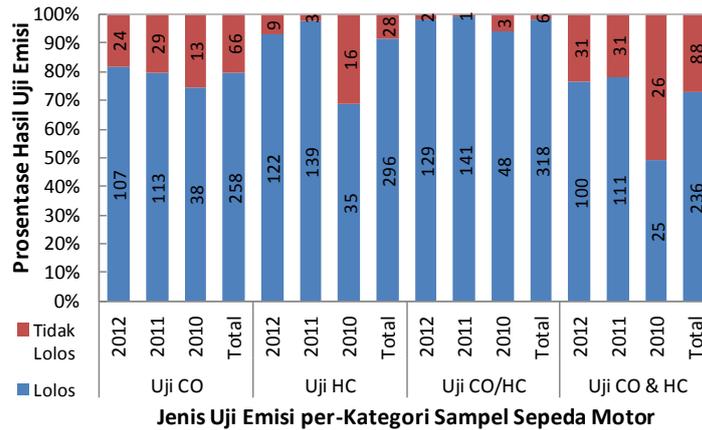
Tabel 4. Panjang perjalanan sepeda motor sesuai odometer

Indikator Statistik	Panjang Perjalanan SM per-Tahun Pengujian (Km)			
	2010	2011	2012	Total
Terpanjang	832,410.0	516,272.0	884,175.0	884,175.0
Terpendek	0.0	305.0	2,057.0	305.0
Rerata	99795.4	32,040.4	37,547.3	44,588.1
Median	29169.0	19,682.0	20,012.0	20,694.0

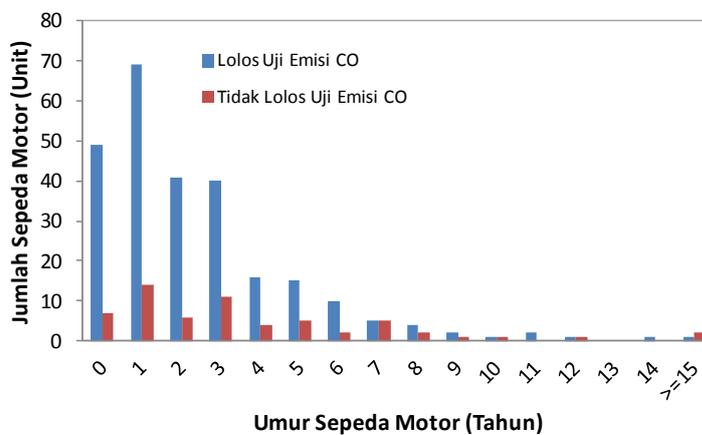
Tabel 4 memperlihatkan bahwa terdapat sepeda motor yang telah melakukan perjalanan terpanjang sepanjang 884.175 km dan perjalanan terpendek sepanjang 305 km. Nilai rerata panjang perjalanan yang telah dilakukan oleh sepeda motor yang menjadi sampel kegiatan I/M adalah sebesar 44.588 km, dimana nilai tengah panjang perjalanan dari semua sampel sepeda motor adalah 20.694 km.

b. Hasil Uji Emisi Sepeda Motor

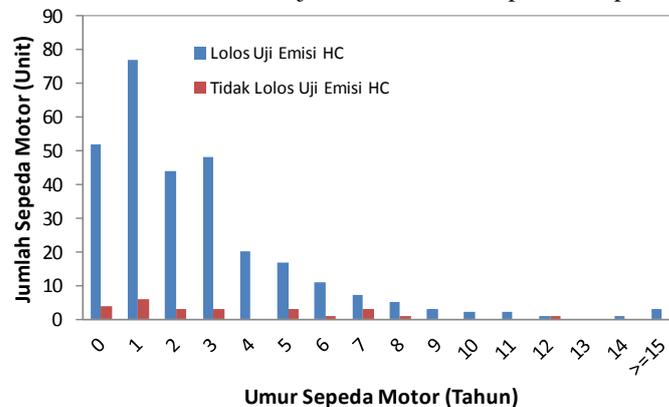
Hasil-hasil pengujian emisi sepeda motor dikelompokkan dalam 2 (dua) kategori yaitu kategori sepeda motor yang lolos uji dan kategori sepeda motor tidak lolos uji. Acuan penilaian kelolosan uji emisi sepeda motor didasarkan pada nilai-nilai standar baku mutu Kemetrian Lingkungan Hidup RI sebagaimana telah disajikan Tabel 1. Hasil penilaian terhadap nilai level emisi sepeda motor disajikan pada Gambar 3. Gambar 3 memperlihatkan bahwa dominan sepeda motor masih lolos uji emisi. Hal ini terjadi, salah satunya disebabkan oleh karena dominan sepeda motor yang diuji masih memiliki rerata umur 1 – 2 tahun atau masih tergolong sepeda motor berusia baru.



Gambar3: Prosentase hasil uji emisi sepeda motor berdasarkan tahun sampling



Gambar4. Frekuensi kelolosan uji emisi CO terhadap umur sepeda motor



Gambar4. Frekuensi kelolosan uji emisi HC terhadap umur sepeda motor

Frekuensi kelolosan uji emisi sepeda motor terhadap kategori umur sepeda motor disajikan pada Gambar 4. Gambar 4 secara jelas memperlihatkan bahwa umur sepeda motor yang lebih baru (rentang umur 0 – 3 tahun) dominan mampu melolos kriteria uji nilai ambang emisi sepeda motor yang dipersyaratkan.

c. Faktor berpengaruh terhadap emisi sepeda motor berdasarkan analisis model BNL

Dalam rangka menentukan variabel-variabel yang signifikan dalam mempengaruhi level emisi sepeda motor, maka studi ini telah mengembangkan 4 (empat) model BNL dari probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor. Keempat model tersebut meliputi model kegagalan uji emisi CO, model kegagalan uji emisi HC, model kegagalan uji emisi CO dan HC, dan model uji kegagalan emisi CO atau HC saja. Hasil-hasil kalibrasi dan validasi keempat model tersebut disajikan pada Table 5.

Tabel 5 Nilai parameter dari model kegagalan uji emisi sepeda motor

Variabel	Simbol	Nilai parameter dari model kegagalan uji emisi							
		UjiCO		Uji HC		UjiCO& HC		UjiCO/ HC test	
		Nilai	Sig.	Nilai	Sig.	Nilai	Sig.	Nilai	Sig.
Usia S. Motor(X_{va})	β_1	0.213	0.000	0.087	0.093	0.164	0.009	0.193	0.000
Ukuran Mesin(X_{Es})	β_2	-0.008	0.375	-0.007	0.616	-0.026	0.239	-0.007	0.409
Jarak Perjalanan (X_{Td})	β_3	0.000	0.133	0.000	0.973	0.000	0.790	0.000	0.196
Konstanta	β_0	-1.005	0.336	-2.311	0.170	-1.862	0.446	-0.890	0.347
Jumlah Data	n	324		324		324		324	
Hit ratio (%)		82.0		94.5		98.4		78.5	
Likelihood ratio	ρ^2	0.128		0.026		0.133		0.108	

Tabel 5 memperlihatkan bahwa nilai indeks *log-likelihood ratio*, ρ^2 dari model adalah kebanyakan berdekatan satu sama lainnya di kisaran nilai 0.1, kecuali untuk model kegagalan uji HC yang mempunyai nilai rasio 0.03. Dalam banyak kasus untuk penilaian validitas model logit, nilai-nilai rasio ini mengindikasikan bahwa tingkat signifikansi model logit dapat diterima (Alviansyah, 2005; Ramli et al., 2010; Aly et al., 2011). Penerimaan model logit pada studi ini didukung oleh nilai-nilai hit ratio (“percent correctly predicted”) dari setiap model yang mempunyai nilai sekitar 80% hingga 90%. Lebih jauh, Tabel 5 memperlihatkan bahwa usia sepeda motor adalah variabel yang signifikan mempengaruhi probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor pada keempat model logit yang dianalisis. Hal ini diindikasikan oleh nilai-nilai signifikansi variabel usia sepeda motor yang kurang dari 0.05 (berarti tingkat signifikansi model berada pada level 95%). Meskipun, nilai signifikansi dari kegagalan uji HC sedikit lebih tinggi dari 0.05. Sebagai tambahan, variabel-variabel lainnya dari model kurang cukup signifikan berkontribusi dalam model disebabkan karena nilai signifikansi yang lebih besar dari 0.5.

Kesimpulan

Karakteristik sepeda motor di Kota Makassar yang diduga mempengaruhi emisi sepeda motor seperti usia sepeda motor, kapasitas ukuran mesin, jarak tempuh perjalanan telah digambarkan fenomenanya pada studi ini. Hal yang sama juga dilakukan terhadap tingkat emisi CO dan HC sepeda motor yang terjadi dan kondisinya terhadap nilai baku mutu emisi yang ada. Lebih jauh, studi ini telah menganalisis karakteristik-karakteristik sepeda motor tersebut terhadap tingkat pengaruhnya akan probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor di Kota Makassar dengan menggunakan pendekatan model logit binomial (BNL) terhadap data I/M program yang dilakukan di Makassar selama tahun 2010 hingga 2012.

The analisis model memperlihatkan bahwa usia kendaraan sepeda motor menjadi variabel yang sangat signifikan dalam mempengaruhi level konsentrasi emisi CO dan HC sepeda motor. Peningkatan usia sepeda motor cenderung meningkatkan probabilitas kegagalan uji emisi sepeda motor. Di sisi lain, variabel-variabel kapasitas mesin dan jarak tempuh perjalanan yang telah dilalui oleh sepeda motor kurang signifikan dalam mempengaruhi level emisi CO dan HC. Fenomena ini terlihat sejalan dengan karakteristik emisi kendaraan penumpang di Kota Makassar sebagaimana dihasil dalam penelitian Aly dkk. (2011).

Hasil-hasil pada studi ini dapat memberikan masukan penting bagi pihak pemangku kepentingan dalam rangka pengendalian tingkat emisi di Kota Makassar, khususnya bagi emisi yang ditimbulkan oleh kendaraan sepeda motor. Dalam konteks ini, Pemerintah seyogyanya dapat membatasi jumlah sepeda motor yang beroperasi di jalan berdasarkan usia sepeda motor yang ada. Akhirnya, hasil-hasil studi memberikan suatu harapan untuk dilanjutkan dalam bentuk studi pengembangan model prediksi emisi sepeda motor pada studi lanjutan di masa mendatang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Pemerintah Kota Makassar yang telah memfasilitasi dan mengizinkan penggunaan data hasil kegiatan Inspeksi dan Monitoring Emisi Kendaraan di Jalan Raya di Kota Makassar.

Daftar Pustaka

- Aly, S.H., Selintung, M., Ramli, M.I., Sumi, T., (2011), Study on emission measurement of vehicle on road based on binomial logit model, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 9, pp. 784 – 795.
- Alviansyah, Soehodho, S., Nainggolan, P.J., (2005), Public Transport User Attitude Based on Choice Model Parameter Characteristics. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, pp. 480-491.

- Arafah, M., Ramli, M., I., Aly, S. H., dan Selintung, M., (2013a), "Studi karakteristik sepeda motor di Kota Makassar" *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil ITS, Pebruari 2013*.
- Arafah, M., Ramli, M., I., Aly, S. H., dan Selintung, M., (2013b), "Analisis level emisi karbon monoksida dan hidrokarbon sepeda motor di Kota Makassar" *Journal Rekayasa Transportasi*, Vol. 02(01) pp.129-136.
- Beydoun, M., and Jean, M.G., (2006), "Vehicle characteristic and emissions: logit and regression analysis of I/M data from Massachusetts, Maryland and Illinois" *Transportation Research, Part D*, Vol. 11 pp.59-76.
- Bin, O. (2003), "A logit analysis of vehicle emissions using inspection and maintenance testing data." *Transportation Research, Part B*, 8, 215-227.
- Hwang, K. P., Tseng, P., (2007) "CO₂ emission: status, reduction policy and management strategy of Taiwan's transportation sector." *Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6.
- Koppelman, F. S., and Bhat, C., (2006), "A self instructing course in mode choice modeling: multinomial and nested logit models," *U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration*.
- M. Pujadas, Nunez, L., Plaza, J., Bezares, J.C., Fernandez, J.M. (2004) "Comparison between experimental and calculated vehicle idle emission factors for Madrid fleet," *Science of the Total Environment*, 334-335, 134-140.
- Pemerintah Republik Indonesia, (2006), "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, No. 5 Tahun 2006," Jakarta, Indonesia
- Pemprov Sulsel, (2012), "Sulsel Dalam Angka," Badan Pusat Statistik Provinsi Sulsel.
- Ramli, M.I., Oeda, Y., Sumi, T., (2010a), "Study on mode choice model of trip for daily household logistic based on binomial logit model." *Proceeding The 3rd International Conference of Transportation and Logistic (T-LOG)*, Fukuoka, September 6-8th, 2010.
- Simamora, A. P., (2006), "Garages ask for speedier emission testing approval." *The Jakarta Post-The Journal of Indonesia Today, City News*. <http://www.thejakartapost.com> May 01 2006.
- Sudarmanto, B.N., Fujiwara, A., Zhang, J., Senbil, M., (2007), "Bivariate probit model of on-road emission measurement of passenger cars in Jakarta City," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 7, pp. 1377 – 1388.
- Sudarmanto, B.N., Fujiwara, A., and Zhang, J., (2010), "Analysis of inspection and maintenance program for in-use motorcycles emission in Indonesia," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 8, pp. 1015 – 1026.
- Train, K.E. (2009) "Discrete choice methods with simulation," *Cambridge University Press*. Second Edition.