

STRATEGI PENGENDALIAN EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERDASARKAN MODEL REGRESI DI KOTA DENPASAR

Hendrialdi¹, Bayu Kusumo Nugroho², Aris Budi Sulisty^{3*}

¹Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Bali, Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kec. Kerambitan, Kab. Tabanan – Bali, Indonesia 80582

²Manajemen Transportasi Jalan, Balai Pengelola Transportasi Darat Wilayah XI Propinsi Jawa Timur, Jl. Gayungsari Barat No.11, Gayungan, Surabaya – Jawa Timur, Indonesia 60235

³Teknologi Mekanika Otomotif, Politeknik Transportasi Darat Bali, Jl. Cempaka Putih, Desa Samsam, Kec. Kerambitan, Kab. Tabanan – Bali, Indonesia 80582

*arieztank@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran udara memberi dampak negatif bagi kesehatan manusia akibat polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor. Dari beberapa jenis polutan yang dihasilkan antara lain adalah CO dan HC untuk kendaraan berbahan bakar bensin dan opacity untuk kendaraan berbahan bakar solar. Permasalahan emisi gas buang yang bersumber dari kendaraan bermotor merupakan masalah pencemaran udara yang menjadi isu lingkungan hidup. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh antara tahun produksi (umur), tingkat perawatan kendaraan dan teknologi suplai bahan bakar terhadap tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor yang dihasilkan menggunakan analisis regresi linier berganda. Dari pengujian yang dilakukan terhadap model dengan uji F (siji simultan/serentak) dengan nilai signifikansi 0,05 menunjukkan bahwa paling tidak ada satu variabel yang berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan. Hasil uji t (parsial) ketiga variabel yang dimasukkan berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan. Pengaruh ketiga variabel yang dianalisis berpengaruh sebesar 80,1 % terhadap gas CO yang dihasilkan, 69,2 % terhadap gas HC yang dihasilkan, dan 69,4 % terhadap opacity.

Kata kunci: emisi gas buang; regresi linier berganda

MOTOR VEHICLE GAS EMISSIONS CONTROL STRATEGY BASED ON REGRESSION MODEL IN DENPASAR CITY

ABSTRACT

Air pollution has a negative impact on human health due to pollutants released by motorized vehicles. Of the several types of pollutants produced include CO and HC for gasoline-powered vehicles and opacity for diesel-fueled vehicles. The issue of exhaust emissions originating from motorized vehicles is an air pollution problem which is an environmental issue. The purpose of this study was to determine the effect between years of production (age), the level of vehicle maintenance and fuel supply technology on the level of motor vehicle exhaust emissions produced using multiple linear regression analysis. From the tests conducted on the model with the F test (simultaneous siji / simultaneous) with a significance value of 0.05, it indicates that there is at least one variable that affects the emissions produced. T-test results (partial) of the three variables entered affect the emissions produced. The influence of the three variables analyzed affected 80.1% of the CO gas produced, 69.2% of the HC gas produced, and 69.4% of the opacity.

Keywords: gas emissions; linier regression

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan bagian yang sangat bernilai dan diperlukan saat ini dalam mendukung perkembangan kemajuan kota-kota besar di dunia, namun pada sisi lain peningkatan ini juga sekaligus akan membawa efek negatif yang tidak diinginkan. Peningkatan jumlah kendaraan di Negara Eropa sebanding dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan yang merupakan ancaman bagi kesehatan manusia (Hickman, 1999). Merujuk Undang-undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di bagian kedua yang berisi tentang pencegahan dan penanggulangan dampak

lingkungan lalu lintas dan angkutan jalan pada pasal 210 dan 211, juga menyebutkan bahwa setiap kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan wajib memenuhi ambang batas emisi gas buang dan tingkat kebisingan serta setiap pemilik dan/atau pengemudi kendaraan bermotor dan perusahaan angkutan umum wajib mencegah terjadinya pencemaran udara. Hal tersebut tertuang juga pada Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan pasal 143, yang ditegaskan juga dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 133 Tahun 2015 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor pasal 4, menyatakan jenis kendaraan yang diwajibkan untuk melakukan uji berkala baru terbatas pada kendaraan penumpang umum, mobil bus, mobil barang, kereta tempelan dan kereta gandengan sedangkan kendaraan pribadi dan sepeda motor belum wajib uji. Selain sebagai alat pemantau kelaikan jalan kendaraan, peranan PKB (Pengujian Kendaraan Bermotor) diharapkan mampu mendukung terciptanya udara yang bersih yaitu dengan uji tipe dan berkala kendaraan bermotor.

Permasalahan emisi gas buang yang bersumber dari kendaraan bermotor merupakan masalah pencemaran udara yang menjadi isu lingkungan hidup yang perlu mendapat perhatian. Pengendalian pencemaran udara di wilayah Kota Denpasar telah menjadi suatu wacana penting dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat. Pencemaran udara bila dilihat dari sumbernya ada tiga kategori yaitu sumber bergerak (misalnya akibat kegiatan transportasi), sumber tidak bergerak (misalnya akibat kegiatan industri dan kebakaran) dan sumber gangguan (misalnya kebisingan dan kebauan). Tujuan dari penelitian penelitian tentang Pengembangan Model Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kota Denpasar adalah untuk mengetahui pengaruh antara tahun produksi (umur), tingkat perawatan kendaraan dan teknologi suplai bahan bakar terhadap tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor yang dihasilkan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil data di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Kendaraan Bermotor Kota Denpasar. Data tersebut kemudian diolah dan dianalisis dengan perangkat lunak komputer spss. Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dilaksanakan secara berurutan, yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil pengujian emisi gas buang untuk kendaraan bermotor wajib uji sebagai bagian dari uji berkala kendaraan bermotor dipergunakan alat uji *Gas Analyser* (bensin) dan *Smoke Tester* (solar), data hasil pengujian emisi gas buang akan dianalisis menggunakan statistik deskripsi.
2. Untuk mengetahui pengaruh antara tingkat perawatan kendaraan bermotor teknologi suplai bahan bakar (karburator dan injeksi) terhadap tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor yang dihasilkan, mengetahui pengaruh antara umur kendaraan terhadap terhadap tingkat emisi gas buang yang dihasilkan, dipergunakan analisis statistik inferensia dengan bantuan software SPSS versi 24.

Terkait dengan nilai emisi gas buang maksimum menurut , Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Lama adalah sebagai berikut:

Tabel 1.
 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (PPM)	
Berpengerak motor bakar cetus apai (bensin)	< 2007	4.5	1.2	Idle
	≥ 2007	1.5	200	
Berpengerak nmotor bakar penyalaan kompresi (diesel)				Percepatan Bebas
- GVW ≤ 3.5 ton	< 2010			
	≥ 2010			
- GVW > 3.5 ton	< 2010			

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (PPM)	Opasitas (% HSU)*	
	≥ 2010			50	

Untuk mengetahui strategi seksi keselamatan pengujian kendaraan bermotor Kota Denpasar dalam mengendalikan kendaraan bermotor wajib uji yang emisinya melebihi ambang batas dipergunakan regresi linear berganda.

Regresi linear berganda berguna untuk mencari pengaruh dua atau lebih variabel bebas (predictor) atau untuk mencari hubungan fungsional dua variabel predictor atau lebih terhadap variabel kriteriumnya. Dalam proses pemilihan faktor emisi gas buang terdapat perbedaan pandangan terhadap faktor mana yang paling dominan yang berpengaruh terhadap emisi gas buang yang berkaitan dengan aktivitas transportasi. Dalam memperkirakan faktor-faktor apa saja yang paling berpengaruh digunakan persamaan regresi linier berganda, yaitu:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (2)$$

Dimana :

- Y : Emisi gas buang kendaraan bermotor
- X₁, X₂,, X_n : Faktor-faktor emisi gas buang
- b₁, b₂,, b_n : Koefisien dari faktor-faktor emisi gas buang
- a : Faktor yang tidak terhitungkan/nilai sisa

Tabel 2.
 Pengkodean variabel kendaraan berbahan bakar bensin

No	Variabel	Nama Variabel	Kode
1	Variabel Terikat	CO (%)	Y 1
		HC (PPM)	Y 2
2	Variabel Bebas	Tahun produksi kendaraan bermotor	X 1
		Teknologi kendaraan	X2
			0 = karburator 1 = injeksi
		Perawatan Berkala	X3
		Penggantian oli kendaraan setiap 5.000 km	
		Penggantian filter pelumas/oli	
		Pembersihan filter udara secara berkala	
	Pembersihan filter bahan bakar secara berkala		
	Pelaksanaan servis sesuai dengan buku petunjuk		
	Pelaksanaan servis berkala setiap 6 bulan sekali		0 = tidak 1 = ya

Tabel 3.
 Pengkodean variabel kendaraan berbahan bakar solar

No.	Variabel	Nama Variabel	Kode
1	Variabel Terikat	Opacity (%)	Y 1
2	Variabel Bebas	Tahun produksi kendaraan bermotor	X 1
		Teknologi kendaraan bermotor	X2
			0 = injeksi 1 = <i>common rail</i>
		Perawatan Berkala	X3
		Penggantian oli kendaraan setiap 5.000 km	
		Penggantian filter pelumas/oli	
		Pembersihan filter udara secara berkala	
	Pembersihan filter bahan bakar secara berkala		
	Pelaksanaan servis sesuai dengan buku petunjuk		
	Pelaksanaan servis berkala setiap 6 bulan sekali		0 = tidak 1 = ya

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian emisi gas buang untuk kendaraan wajib uji sebagai bagian dari uji berkala kendaraan bermotor.

Hasil pelaksanaan penelitian terkait uji emisi pada sampel sebanyak 398 kendaraan, diperoleh data kendaraan yang lolos dan tidak lolos uji emisi sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Uji Emisi Kendaraan dengan Bahan Bakar Bensin

Gambar 1 terlihat hasil pengujian terhadap 174 kendaraan dengan bahan bakar bensin didapatkan data sebanyak 139 (80%) kendaraan lulus uji emisi dan sisanya 35 kendaraan (20%) tidak lulus uji emisi.



Gambar 2. Hasil Uji Emisi Kendaraan dengan Bahan Bakar Solar

Gambar 2 terlihat hasil pengujian terhadap 174 kendaraan dengan bahan bakar solar didapatkan data sebanyak 159 (71%) kendaraan lulus uji emisi dan sisanya 65 kendaraan (29%) tidak lulus uji emisi.

2. Hasil pengujian emisi gas buang berdasarkan teknologi suplai bahan bakar. Berdasarkan teknologi suplai bahan bakar kendaraan bermotor yang meliputi kendaraan berbahan bakar bensin, dengan teknologi konvensional (karburator) dan baru (injeksi), serta kendaraan berbahan bakar solar, dengan teknologi konvensional (injeksi) dan baru (*common rail*), diketahui sebagai berikut:

Tabel 4.
 Hasil Uji Emisi berdasarkan teknologi suplai bahan bakar

No.	Hasil Pengujian	Teknologi suplai bahan bakar			
		Bahan bakar bensin		Bahan bakar solar	
		Karburator	Injeksi	Injeksi	<i>Common Rail</i>
1	Lulus	45	94	93	66
2	Tidak Lulus	21	14	45	20
	Total	66	108	138	86
		174		224	

3. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang berdasarkan Polutan

Berdasarkan polutan yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan bermotor yang meliputi Karbon Monoksida (CO) dan Hidro Karbon (HC) yang terdapat pada kandungan kadar emisi gas buang kendaraan berbahan bakar bensin, serta ketebalan asap (*opacity*) yang terdapat pada kendaraan berbahan solar, diketahui sebagai berikut:

Tabel 5.

Hasil uji emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin berdasarkan polutan

No.	Tahun Produksi	Teknologi suplai bahan bakar		
		Bahan bakar bensin		Bahan bakar solar
		CO(%) (rata-rata)	HC (PPM) (rata-rata)	Opacity (%) (rata-rata)
1	1991-1995	5,77	1423,83	54,33
2	1996-2000	5,07	1348,00	58,00
3	2001-2005	4,11	919,63	60,88
4	2006-2010	2,21	447,71	69,16
5	2011-2015	1,21	285,86	51,60
6	2016-2020	0,61	191,42	41,25

PEMBAHASAN

Pengaruh Antara Tahun Produksi (Umur) Kendaraan, Tingkat Perawatan Kendaraan Dan Teknologi Mesin Untuk Suplai Bahan Bakar Terhadap Tingkat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Yang Dihasilkan.

1. Kalibrasi Model Kadar CO

persamaan model yang disusun dengan perangkat lunak SPSS yaitu sebagai berikut:

$$Y = 321,227 - 0,158 X_1 - 1,535 X_2 - 0,140 X_3$$

Keterangan:

Y = Kadar emisi gas buang CO

X₁ = Tahun Produksi Kendaraan

X₂ = Teknologi suplai bahan bakar (karburator/injeksi)

X₃ = Tingkat perawatan kendaran bermotor

2. Kalibrasi Model Kadar HC

persamaan model yang disusun dengan perangkat lunak SPSS yaitu sebagai berikut:
 sebagai berikut:

$$Y = 39.291,548 - 695,253 X_1 - 62,944 X_2 - 18,989 X_3$$

Keterangan:

Y = Kadar emisi gas buang HC

X₁ = Tahun produksi kendaraan (umur)

X₂ = Teknologi suplai bahan bakar kendaraan bermotor (karburator/injeksi)

X₃ = Tingkat perawatan kendaran bermotor

3. Kalibrasi Model Polutan ketebalan asap (Opacity)

Persamaan model yang disusun dengan perangkat lunak SPSS yaitu sebagai berikut

$$Y = 1.413,469 - 8,467 X_1 - 13,506 X_2 - 0,662 X_3$$

Keterangan:

Y = Kadar emisi gas buang (*opacity*)

X₁ = Tahun produksi kendaraan (umur)

X₂ = Teknologi suplai bahan bakar (injeksi/*common rail*)

X₃ = Tingkat perawatan kendaran bermotor

Validasi Model

Validasi model menggunakan perangkat lunak SPSS dengan hasil sebagai berikut:

1. Uji Serentak Kadar CO

Statistik ujinya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.
 Uji Serentak Kadar CO

	df	F	Sig.
Model	3	233,7447	.000d

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai F hitung (233,744) > F table (2,656) bernilai 0,000 untuk semua parameter, maka dengan α (0,05) didapatkan keputusan tolak H_0 . Cara berikutnya adalah dengan penentuan koefisien determinasi (R^2) model seperti diperlihatkan pada tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7.
 Koefisien determinasi model (R^2) Kadar CO

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.897	0,805	0,801	0,78185

Tabel 5 diperoleh nilai R-Square sebesar 0,805 yang artinya adalah variabel yang dimasukkan kedalam model berkontribusi 80,1 % terhadap kadar CO dan masih ada sekitar 19,9 % variabel lain yang belum di analisis.

2. Uji Serentak Kadar HC

Statistik ujinya adalah sebagai berikut:

Tabel 8.
 Uji Serentak Kadar HC

	df	F	Sig.
Model	3	127,060	.000

Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai F hitung (127,060) > F tabel (2,656) bernilai 0,000 untuk semua parameter, maka dengan α (0,05) didapatkan keputusan tolak H_0 . Hal ini berarti bahwa parameter signifikan secara serentak/bersama-bersama atau model yang disusun mempunyai hubungan yang signifikan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebasnya minimal ada satu variabel. Cara berikutnya adalah dengan penentuan koefisien determinasi (R^2) model seperti diperlihatkan pada tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9.
 Koefisien determinasi model (R^2) Kadar HC

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.832	0,692	0,686	289,675

Tabel 7 diperoleh nilai R-Square sebesar 0,692 yang artinya adalah variabel yang dimasukkan kedalam model berkontribusi 69,2 % terhadap kadar HC dan masih ada sekitar 30,8 % variabel lain yang belum di analisis.

3. Uji serentak ketebalan asap (*opacity*)
 Statistik ujinya adalah sebagai berikut:

Tabel 10.

Uji Serentak ketebalan asap(<i>opacity</i>)			
	df	F	Sig.
Model	3	166,258	.000

Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai F hitung (166,258) > F tabel (2,644) bernilai 0,000 untuk semua parameter, maka dengan α (0,05) didapatkan keputusan tolak H_0 . Hal ini berarti bahwa parameter signifikan secara serentak/bersama-bersama atau model yang disusun mempunyai hubungan yang signifikan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebasnya minimal ada satu variabel. Cara berikutnya adalah dengan penentuan koefisien determinasi (R^2) model seperti diperlihatkan pada tabel 11 dibawah ini:

Tabel 11.

Koefisien determinasi model (R^2) Ketebalan asap (<i>opacity</i>)			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.833	0,694	0,690	11,2035

Tabel 11 diperoleh nilai R-Square sebesar 0,694 yang artinya adalah variabel yang dimasukkan kedalam model berkontribusi 69,4 % terhadap *opacity* dan masih ada sekitar 30,6 % variabel lain yang belum di analisis. Dengan disusunnya model regresi tersebut maka dapat dimanfaatkan dalam membantu menentukan kebijakan seperti pembatasan umur kendaraan dan upaya pemeliharaan seperti apa yang dilakukan terkait umur kendaraan tertentu.

SIMPULAN

Pengaruh umur kendaraan terhadap kadar emisi yang dihasilkan baik pada kendaraan berbahan bakar bensin maupun solar memiliki arah berbanding terbalik, yaitu semakin baru kendaraan maka akan menghasilkan kadar emisi yang semakin sedikit. Perawatan terhadap kendaraan akan berpengaruh terhadap kadar emisi yang dihasilkan, dimana semakin baik tingkat perawatan akan semakin kecil kadar emisinya pada kendaraan berbahan bakar bensin ataupun solar. Kadar emisi kendaraan juga dipengaruhi oleh teknologi yang diterapkan pada suatu kendaraan. Semakin baik teknologi kendaraan yang diterapkan akan semakin mengurangi kadar emisi yang dihasilkan baik pada kendaraan berbahan bakar bensin maupun solar.

DAFTAR PUSTAKA

Hickman, A J. 1999. *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*, Berkshire: Transport Research Laboratory.

Litman, Todd. 2017. *Smart Transportation Emission Reduction Strategies*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute

Menteri Perhubungan. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 133 Tahun 2015 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor*. Menteri Perhubungan. Jakarta.

Menteri Lingkungan Hidup. 2006, *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Lama* , Jakarta

Republik Indonesia. 2009. *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Sekretariat Negara Republik Indonesia. Jakarta.

Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan*. Jakarta