



Agah Muhammad M, ST.,MT

# PEMODELAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN**

JL. A.H. Nasution No.264 P.O.BOX 2 Bandung 40294 Indonesia, Telp(022) 7802251 Fax(022) 7802726 email: [pusjatan@pusjatan.pu.go.id](mailto:pusjatan@pusjatan.pu.go.id)

# NASKAH ILMIAH PEMODELAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR

Penulis : **AGAH MUHAMMAD M, ST.,MT**  
Cetakan Ke-2 Desember 2013  
© Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan  
No. ISBN : 978-602-264-014-1  
Kode Kegiatan :  
Kode Publikasi : IRE - TR – 71/ 2012

## **Koordinator Penelitian**

Ir. Pantja Dharma Oetoyo, M.Eng.Sc.  
PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATAN

## **Ketua Program Penelitian**

Drs. Gugun Gunawan, M.Si

## **Editor**

Drs. Gugun Gunawan, M.Si

## **Layout & Design:**

Yosi Samsul Maarif, S.Sn

## **Percetakan:**

Djatnika Bandung (Anggota IKAPI)

## **Diterbitkan oleh:**

Kementerian Pekerjaan Umum  
Badan Penelitian dan Pengembangan  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan  
Jl. A.H. Nasution No. 264 Ujungberung –  
Bandung 40294

## **Pemesanan melalui:**

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan  
info@pusjatan.pu.go.id

ISBN 978-602-264-014-1



**KEANGGOTAAN SUB TIM  
TEKNIS BALAI TEKNIK LALU LINTAS &  
LINGKUNGAN JALAN**

**Ketua:**

Ir. Agus Bari Sailendra, MT.

**Sekretaris:**

Ir. Nanny Kusminingrum

**Anggota:**

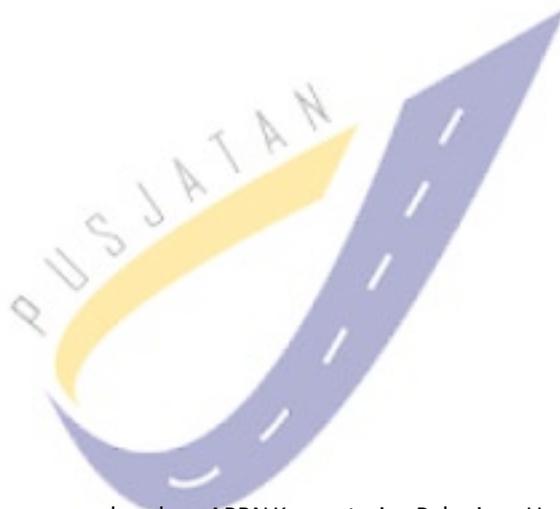
Ir. Gandhi Harahap, M.Eng.

DR. Ir. IF Poernomosidhi, M.Sc.

DR. Ir. Hikmat Iskandar, M.Sc.

Ir. Sri Hendarto, M.Sc.

DR. Ir. Tri Basuki Juwono, M.Sc.



**© PUSJATAN 2012**

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2012, pada paket pekerjaan Penyusunan Naskah Ilmiah Litbang Teknologi Jalan Ramah Lingkungan DIPA Puslitbang Jalan dan Jembatan. Pandangan-pandangan yang disampaikan di dalam publikasi ini merupakan pandangan penulis dan tidak selalu menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum maupun institusi pemerintah lainnya. Penggunaan data dan informasi yang dimuat di dalam publikasi ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis.

Kementerian Pekerjaan Umum mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersil dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum. Tulisan ini dapat digunakan secara bebas sebagai bahan referensi, pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seijin pemegang HAKI dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebut sumbernya.

Buku pada terbitan edisi pertama didesain dalam cetakan hitam putih, akan tetapi versi e-book dari buku ini telah didesain untuk dicetak berwarna. Buku versi e-book dapat diunduh dari website [pusjatan.pu.go.id](http://pusjatan.pu.go.id) serta untuk keperluan pencetakan bagi perorangan dan pemanfaatan non-komersial dapat dilakukan melalui pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum.



## **PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN**

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) adalah lembaga riset yang berada dibawah Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Lembaga ini memiliki peranan yang sangat strategis di dalam mendukung tugas dan fungsi Kementerian Pekerjaan Umum dalam menyelenggarakan jalan di Indonesia. Sebagai lembaga riset, Pusjatan memiliki visi sebagai lembaga penelitian dan pengembangan yang terkemuka dan terpercaya, dalam menyediakan jasa keahlian dan teknologi bidang jalan dan jembatan yang berkelanjutan, dan dengan misi sebagai berikut:

- 1) Meneliti dan mengembangkan teknologi bidang jalan dan jembatan yang inovatif, aplikatif, dan berdaya saing,
- 2) Memberikan pelayanan teknologi dalam rangka mewujudkan jalan dan jembatan yang handal, dan
- 3) Menyebar luaskan dan mendorong penerapan hasil penelitian dan pengembangan bidang jalan dan jembatan.

Pusjatan memfokuskan dukungan kepada penyelenggara jalan di Indonesia, melalui penyelenggaraan litbang terapan untuk menghasilkan inovasi teknologi bidang jalan dan jembatan yang bermuara pada standar, pedoman, dan manual. Selain itu, Pusjatan mengemban misi untuk melakukan advis teknik, pendampingan teknologi, dan alih teknologi yang memungkinkan infrastruktur Indonesia menggunakan teknologi yang tepat guna. Kemudian Pusjatan memiliki fungsi untuk memastikan keberlanjutan keahlian, pengembangan inovasi, dan nilai-nilai baru dalam pengembangan infrastruktur.

# PRAKATA

**T**ransportasi merupakan bagian yang mendukung perkembangan kemajuan kota-kota besar di Indonesia, namun pada sisi lain peningkatan ini juga sekaligus akan membawa dampak negatif yang tidak diinginkan. Peningkatan jumlah sepeda motor berbanding lurus dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan yang merupakan ancaman bagi kesehatan manusia.

Naskah ilmiah ini dilatar belakangi adanya kerjasama penelitian antara Puslitbang Jalan dan Jembatan dengan NILIM Jepang. Topik yang diangkat dalam kerjasama penelitian tersebut yaitu mengenai emisi gas buang sepeda motor. Salah satu kontribusi dalam pemanasan global ini berasal dari gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan sepeda motor.

Pada naskah ilmiah ini telah dilakukan pemodelan CO dan HC untuk mendapatkan analisis mengenai peluang sepeda motor menghasilkan emisi gas buang memenuhi standar. Standar emisi sepeda motor mengacu kepada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 pasal 1 ayat 14 "*Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/ atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.*".

Data-data yang didapat adalah data pengujian emisi yang diantaranya adalah data sekunder pengujian emisi di Kota Yogyakarta dan data primer pengujian emisi di Kota Bandung. Data tersebut dianalisis berdasarkan variabel CO dan HC dan dilakukan pemodelan dari setiap variabel dan selanjutnya disusun rekomendasi kebijakan. Kami menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan naskah ilmiah ini, dan tidak lupa memohon maaf apabila terdapat kekurangan pada laporan akhir ini.

Bandung, Desember 2012

Agah M. Mulyadi, ST, MT

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR TABEL	8
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>11</b>
<b>2 Tujuan</b>	<b>12</b>
<b>3 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor</b>	<b>12</b>
<b>4 Emisi Kendaraan Bermotor di Indonesia dan Negara Lain</b>	<b>17</b>
<b>5 Metodologi Penelitian</b>	<b>19</b>
5.1 Metodologi Pengumpulan Data	19
5.2 Metodologi Teknik Pengolahan dan Analisis Data	23
<b>6 Deskripsi dan Karakteristik Data Emisi Sepeda Motor</b>	<b>23</b>
6.1 Deskripsi Data Emisi Sepeda Motor di Kota Yogyakarta	25
6.2 Deskripsi Data Emisi Sepeda Motor Kota Bandung	25
6.3 Karakteristik Data Uji Sepeda Motor di Yogyakarta	27
6.4 Karakteristik Data Uji Sepeda Motor di Bandung	28
<b>7 Hasil Estimasi Model</b>	<b>30</b>
7.1 Estimasi model berdasar data Kota Yogyakarta	31
7.1.1 Estimasi model CO di Kota Yogyakarta	31
7.1.2 Estimasi model variabel HC Kota Yogyakarta	35

7.2	Estimasi model berdasar data Kota Bandung	37
7.2.1	Estimasi model Variabel CO Kota Bandung	38
7.2.2	Estimasi model Variabel HC Kota Bandung	41
7.3	Estimasi model berdasar data Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)	43
7.3.1	Estimasi model Variabel CO Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)	43
7.3.2	Estimasi model Variabel HC Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)	46
<b>8</b>	<b>Analisis Model — 48</b>	
<b>9</b>	<b>Penutup — 49</b>	
	<b>Daftar Pustaka — 50</b>	

## DAFTAR GAMBAR

1	Pertumbuhan Emisi di Negara-negara Asia	8
2	Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> dan Konsumsi Bahan Bakar	19
3	Kegiatan Uji Emisi di Yogyakarta	20
4	Sepeda Motor Peserta Uji Emisi	20
5	Pendaftaran Pengujian Emisi Sepeda Motor	21
6	Pelaksanaan Pengujian Emisi Sepeda Motor	21
7	Alat uji emisi sepeda motor	21
8	Probe dan Penggunaannya	22
9	Print Out Data Hasil Uji Emisi	22
10	Pengumpulan data sepeda motor	23
11	Distribusi Data Sekunder Emisi Sepeda Motor Yogyakarta	24
12	Klasifikasi Data Primer Emisi Sepeda Motor Yogyakarta	25
13	Distribusi Data Primer Emisi Sepeda Motor Bandung	26
14	Klasifikasi Data Primer Emisi Sepeda Motor Bandung	26
15	Distribusi dan Klasifikasi Data Sekunder Opasitas dan Tahun Produksi Sepeda Motor di Yogyakarta	28
16	Distribusi dan Klasifikasi Data Kapasitas Mesin dan Tahun Produksi Sepeda Motor di Bandung	29
17	Distribusi dan Klasifikasi Data Panjang Perjalanan Sepeda Motor di Bandung	30

## DAFTAR TABEL

1	Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Lama Kategori L (Kementerian Lingkungan Hidup, 2006)	13
2	Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L (Kementerian Lingkungan Hidup, 2009)	13
3	Sumber dan Standar Kesehatan Gas Emisi Buang Sektor Transportasi Perkotaan (Bapedal, 2006)	14
4	Berbagai Jenis Hidrokarbon Aromatik dan Pengaruhnya Terhadap Manusia (Kementerian Kesehatan, 2010)	16
5	Deskripsi Statistik Data Sekunder Yogyakarta untuk Data Sepeda Motor	24
6	Deskripsi Statistik Data Primer Bandung untuk Data Sepeda Motor	26
7	Deskripsi Statistik Karakteristik Sepeda Motor di Kota Yogyakarta	27
8	Frekuensi Variabel Produsen Sepeda Motor	28
9	Deskripsi Statistik Data Primer untuk Data Sepeda Motor Bandung	29
10	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Kota Yogyakarta	31
11	Omnibus Tests of Model Coefficients Data CO Kota Yogyakarta	31
12	Estimasi Parameter Model Emisi CO menggunakan Data Yogyakarta	32
13	Klasifikasi Data CO Kota Yogyakarta	33
14	Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai CO Memenuhi Syarat di Kota Yogyakarta	35
15	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Kota Yogyakarta	35
16	Omnibus Tests of Model Coefficients Data HC Kota Yogyakarta	36
17	Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Kota Yogyakarta	36
18	Klasifikasi Data HC Kota Yogyakarta Berdasarkan Model	36
19	Nilai ODDS untuk data HC pada data Kota Yogyakarta	37
20	Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat di Kota Yogyakarta	37
21	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Kota Bandung	38
22	Omnibus Tests of Model Coefficients Data CO Kota Bandung	38
23	Estimasi Parameter Model Emisi CO Menggunakan Data Kota Bandung	38
24	Klasifikasi Data CO Kota Bandung Berdasarkan Model	39
25	Nilai ODDS untuk data CO pada data Kota Bandung	39
26	Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai CO Memenuhi Syarat di Kota Bandung	40
27	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Kota Bandung	41
28	Omnibus Tests of Model Coefficients Data HC Kota Bandung	41
29	Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Kota Bandung	42
30	Klasifikasi Data HC Kota Bandung Berdasarkan Model	42
31	Nilai ODDS untuk data CO pada data Kota Bandung	42

32	Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat di Kota Bandung	43
33	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Gabungan	43
34	Omnibus Tests of Model Coefficients Data HC Kota Bandung	44
35	Estimasi Parameter Model Emisi CO Menggunakan Data Gabungan	44
36	Klasifikasi Data CO Gabungan Berdasarkan Model	45
37	Nilai ODDS untuk data CO pada data Gabungan	45
38	Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat di Kota Bandung	45
39	Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Gabungan	46
40	Omnibus Tests of Model Coefficients Data Gabungan	46
41	Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Gabungan	47
42	Klasifikasi Data HC Gabungan Berdasarkan Model	47
43	Nilai ODDS untuk data HC pada data Gabungan	48
44	Peluang Variabel Bebas Data Gabungan Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat	48





## 1. Pendahuluan

Hingga dengan akhir tahun 2011 populasi sepeda motor mencapai 67,83 juta unit dengan komposisi sepeda motor di jalan rata-rata mencapai 60 hingga 70% (AISI, 2011). Sepeda motor tersebut menghasilkan emisi gas buang yang memiliki dampak negatif terhadap kualitas udara. Pada tahun 2007 sektor transportasi menyumbang emisi gas buang sebesar 23 % dari total emisi semua sektor yang meliputi sektor industri dan sektor penggunaan energi. Pada sektor transportasi, transportasi darat menjadi penyumbang utama emisi gas buang, yaitu sebesar 97,7%, sedangkan transportasi air dan udara masing-masing berjumlah hanya sebesar 1,3% dan 1% (Kemenhub, 2007). Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar yang berupa air ( $H_2O$ ), gas CO (karbon monoksida) yang beracun,  $CO_2$  (karbon dioksida) yang merupakan gas rumah kaca, NOx (nitrogen oksida), serta HC (hidrat arang).

Pencemaran udara akibat emisi gas buang sepeda motor mengakibatkan pemanasan global yang akhir-akhir ini menjadi isu dalam perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup, 2008). Gas buang sepeda motor terdiri atas senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air. Namun, di dalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung pada kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi, dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi kompleks. Pencemaran terjadi pada mesin dengan bahan bakar bensin maupun solar, namun dengan proporsi yang berbeda.

Gas buang sepeda motor yang termasuk dalam bahan pencemar adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksidanitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbel (PB).

Dalam hal pengaturan tentang emisi gas buang, Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Peraturan ini menyebutkan bahwa nilai maksimal ambang batas emisi gas buang untuk sepeda motor tipe baru 4 langkah untuk tahun 2010, yaitu 4,5 gram/km dan untuk tahun kurang dari 2010, yaitu 5,5 gram/km sedangkan untuk sepeda motor 2 tak kurang dari tahun 2010 sebesar 3,5 gram/km.

Hal yang diperlukan saat ini adalah mengetahui seberapa besar gas buang emisi sepeda motor dan mengetahui model emisi gas buang sepeda motor. Studi yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat karena memberikan gambaran secara utuh mengenai seberapa besar pengaruh kapasitas mesin (cc), jenis sepeda motor, tahun pembuatan, panjang perjalanan (km), waktu perawatan (*service*) dan jenis bahan bakar terhadap emisi gas buang sepeda motor. Model hubungan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi emisi gas buang sepeda motor dimasa yang akan datang.

## 2. Tujuan

Naskah ilmiah ini bertujuan untuk membangun model regresi logistik biner emisi gas buang CO dan HC dari sepeda motor. Berdasar model tersebut dapat disusun interpretasi variabel yang mempengaruhi emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan oleh sepeda motor. Hasil pemodelan akan digunakan untuk menyusun rekomendasi kebijakan.

## 3. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor telah dikeluarkan oleh Pemerintah Republik Indonesia melalui dua buah peraturan, yaitu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru untuk kendaraan kategori L. Kendaraan bermotor kategori L adalah kendaraan bermotor tipebaru beroda 2 (dua) atau 3 (tiga) dengan penggerak motor bakar cetus api dan penggerak motor bakar penyalaan kompresi (2 langkah atau 4 langkah) sesuai dengan SNI 09-1825-2002.

Kendaraan bermotor lama adalah kendaraan yang sudah diproduksi, dirakit, atau diimpor dan sudah beroperasi di wilayah Republik Indonesia, sedangkan ken-

daraan bermotor tipe baru adalah kendaraan bermotor yang menggunakan mesin dan/atau transmisi tipe baru yang siap diproduksi dan akan dipasarkan, atau kendaraan bermotor yang sudah beroperasi di jalan tetapi akan diproduksi dengan perubahan desain mesin dan/atau sistem transmisinya, atau kendaraan bermotor yang diimpor dalam keadaan utuh (*completely built-up*) tetapi belum beroperasi di jalan wilayah Republik Indonesia. Peraturan ambang batas emisi sepeda motor tipe lama dan baru ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Lama Kategori L**  
(Kementerian Lingkungan Hidup, 2006)

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4,5	12.000	Idle
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5,5	2.400	Idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	> 2010	4,5	2.000	Idle

**Tabel 2 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L**  
(Kementerian Lingkungan Hidup, 2009)

Kategori	Parameter	Nilai Ambang Batas (gram/km)	Metode Uji
L1	CO	1,0	ECE R 47
	HC + NOx	1,2	
L2	CO	3,5	ECE R 47
	HC + NOx	1,2	
L3 < 150 cm <sup>3</sup>	CO	5,5	ECE R 40
	HC	1,2	
	NOx	0,3	
L3 ≥ 150 cm <sup>3</sup>	CO	5,5	ECE R 40
	HC	1,0	
	NOx	0,3	
L4 dan L5 motor bakar cetus api	CO	7,0	ECE R 40
	HC	1,5	
	NOx	0,4	
L4 dan L5 motor bakar penyalan kompresi	CO	2,0	ECE R 40
	HC	1,0	
	NOx	0,65	

**CATATAN:**

L1 : Kendaraan bermotor beroda 2 dengan kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm<sup>3</sup> dan dengan desain kecepatan maksimum tidak lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya.

L2 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda sembarang dengan kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm<sup>3</sup> dan dengan desain kecepatan maksimum tidak lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya.

L3 : Kendaraan bermotor beroda 2 dengan kapasitas silinder lebih dari 50 cm<sup>3</sup> atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya.

L4 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda asimetris dengan kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm<sup>3</sup> atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya (sepeda motor dengan kereta)

L5 : Kendaraan bermotor beroda 3 dengan susunan roda simetris dengan kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm<sup>3</sup> atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis tenaga penggerakannya.

Emisi merupakan jumlah polutan atau pencemar yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu. Emisi dapat disebabkan oleh proses alam maupun kegiatan manusia. Emisi akibat proses alam disebut *biogenic emissions*, contohnya adalah dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai yang menghasilkan gas metan (CH<sub>4</sub>). Emisi yang disebabkan kegiatan manusia disebut *anthropogenic emissions*. Contoh *anthropogenic emissions* adalah hasil pembakaran bahan bakar fosil atau pemakaian zat kimia yang disemprotkan ke udara. Jenis parameter pencemar udara didasarkan pada baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 meliputi Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Hidro karbon (HC), PM 10, Partikel debu (PM 2,5), TSP (debu dan abu), Pb (Timah Hitam).

Adapun pedoman Sumber dan Standar Kesehatan Gas Emisi Buang Sektor Transportasi Perkotaan yang dibuat oleh Bapedal (2006) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Sumber dan Standar Kesehatan Gas Emisi Buang Sektor Transportasi Perkotaan (Bapedal, 2006)

Pencemar	Sumber	Keterangan
Karbon Monoksida	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri	Standar kesehatan 10mg/m <sup>3</sup> (9ppm)
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar kesehatan 80mg/u <sup>3</sup> (0,03ppm)
Partikulat Matter	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri	Standar kesehatan 50ug/m, selama 1 tahun 150ug/m <sup>3</sup>
Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	Buangan kendaraan bermotor, panas dan fasilitas	Standar kesehatan 253 ug/m <sup>3</sup> (0,12ppm) selama 1 jam
Ozon (O <sub>3</sub> )	Terbentuk di atmosfer	Standar kesehatan 10mg/m <sup>3</sup> (9ppm)

Di kota-kota besar pada umumnya sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sektor lainnya. Kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Adapun kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, dimana sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, atau kebakaran hutan. Kendaraan bermotor yang menjadi alat transportasi, dalam

konteks pencemaran udara dikelompokkan sebagai sumber yang bergerak (BPLH, 2011).

Faktor perencanaan sistem transportasi akan sangat mempengaruhi penyebaran pencemaran yang diemisikan mengikuti jalur-jalur transportasi yang direncanakan. Anshari (2011) menyatakan bahwa faktor penting yang menyebabkan sektor transportasi berpengaruh dominan terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia antara lain adalah perkembangan jumlah kendaraan yang cepat, tidak seimbangny prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada, pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota, masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, kesamaan waktu aliran lalu lintas, jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor, faktor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan, jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan, dan siklus dan pola mengemudi.

Penggunaan BBM (Bahan Bakar Minyak) bensin dalam motor bakar akan selalu mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon monoksida), THC (total-hidro karbon), TSP (debu), NO<sub>x</sub> (oksida-oksida nitrogen) dan SO<sub>x</sub> (oksida-oksida sulfur). Premium yang dibubuhi TEL (*Tetra Ethyl Lead*) akan mengeluarkan timbal (*Lead*). Solar dalam motor diesel akan mengeluarkan beberapa senyawa tambahan disamping senyawa tersebut di atas, yang terutama adalah fraksi-fraksi organik seperti aldehida, PAH (Poli Alifatik Hidrokarbon), yang mempunyai dampak kesehatan yang lebih besar (karsinogenik), dibandingkan dengan senyawa-senyawa lainnya. Pengaruh emisi bahan bakar minyak (BBM) terhadap makhluk hidup di sekitarnya antara lain CO, HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Lambda dan NO<sub>x</sub>.

Karbon monoksida (CO) kerap disebut "*the silent killer*", karena merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa, dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna (Decky Maryanto, 2009) Sumber pencemaran umumnya berasal dari aktivitas pembakaran tidak sempurna (gas, batubara, kayu), pemanas air, knalpot, dan asap rokok. Tidak seperti senyawa lain, CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya, karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah, yaitu hemoglobin dan menghasilkan karboksi-haemoglobin (HbCO).

Jumlah CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta ton per tahun (Moore, 2008). Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri serta pembakaran sampah domestik. WHO (1992) melaporkan bahwa paling tidak 90% dari CO di udara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor dan asap rokok.

Hidrokarbon berasal dari pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon. Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain

dan akan membentuk ikatan baru yang disebut “*Plycyclic Aromatic Hidrocarbon*” (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan daerah padat lalu lintas. Bila PAH ini masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan akan merangsang pembentukan sel-sel kanker (Tugaswati, 2004). Tabel 4 menunjukkan berbagai jenis dan pengaruh Hidrokarbon.

**Tabel 4 Berbagai Jenis Hidrokarbon Aromatik dan Pengaruhnya Terhadap Manusia** (Kementrian Kesesehatan, 2010)

Hidrokarbon	Konsentrasi (ppm)	Dampak Kesehatan
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	100	Iritasi membran mukosa
	3.000	Lemas setelah ½ -1 jam
	7.500	Pengaruh sangat berbahaya setelah pemaparan 1 jam
	20.000	Kematian setelah pemaparan 5-10 menit
Oluena (C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> )	200	Pusing lemah dan berkunang-kunang setelah pemaparan 8 jam
	600	Kehilangan koordinasi bola mata terbalik setelah pemaparan 8 jam

Konsentrasi CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida) menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Saat AFR (*Air to Fuel Ratio*) berada di angka ideal yaitu 1, emisi CO<sub>2</sub> berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus (AFR<1) atau terlalu kaya (AFR>1), maka emisi CO<sub>2</sub> akan turun secara drastis. Apabila CO<sub>2</sub> berada di bawah 12%, maka perlu melihat emisi lainnya (CO dan HC) yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus.

Konsentrasi dari O<sub>2</sub> (Oksigen) di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon (Afrianto, 2011).

Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2% atau lebih kecil bahkan mungkin 0%. Namun, perlu diwaspadai bila konsentrasi oksigen mencapai 0%. Hal ini menunjukkan bahwa semua oksigen dapat terpakai semua dalam proses pembakaran dan ini dapat berarti bahwa AFR cenderung tinggi. Dalam kondisi demikian, rendahnya konsentrasi oksigen akan bersamaan dengan tingginya emisi CO (Afrianto, 2011). Apabila konsentrasi oksigen tinggi dapat berarti AFR terlalu rendah tapi juga dapat menunjukkan beberapa hal lain. Apabila dibarengi dengan tingginya CO dan HC bila oksigen terlalu tinggi dan lainnya rendah, berarti ada kebocoran di *exhaust system*.

Lambda adalah nilai perbandingan antara campuran udara dengan bahan bakar dan dinyatakan tanpa satuan. Jumlah udara yang masuk kedalam silinder mesin sama dengan jumlah syarat udara dalam teori. Perbandingan campuran bahan bakar dengan udara (perbandingan campuran udara dengan bahan bakar dengan tingkat polusi paling rendah) adalah 1 : 14,7 atau dalam ukuran 1 liter bahan bakar ideal harus bercampur dengan udara sebanyak 11500 liter udara (*Exellence Automotive Training International, 2010*).

Nitrogen Oksida (NOx) adalah bentuk yang lebih reaktif dari oksida nitrogen yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> berwarna coklat kemerahan, sangat reaktif, dan terbentuk di udara dari oksidasi NO. Emisi antropogenik dari pembakaran minyak bumi, gas, dan bensin, dapat mengoksidasi nitrogen di atmosfer (N<sub>2</sub>) membentuk NO yang ada di lingkungan. NOx adalah katalis atmosfer yang berkaitan erat dengan pembentukan ozon dan radikal OH. NOx berperan dalam mengatur proses oksidasi atmosferik dan siklus biogeokimia global. (Dirgantara-Lapan, 2011)

Nitrogen oksida yang terjadi ketika panas pembakaran menyebabkan bersatunya oksigen dan nitrogen yang terdapat di udara dapat memberikan berbagai ancaman bahaya, diantaranya iritasi mata dan sesak nafas. Partikel-partikel nitrat ini dapat menghasilkan racun yang dapat menyebabkan kematian jika bergabung dengan air, baik di paru-paru yang dapat menyebabkan gangguan pada paru-paru atau uap air di awan yang akan membentuk asam. Adanya asam ini menyebabkan hujan asam dan kabut fotokimia (Fardiaz, 2001).

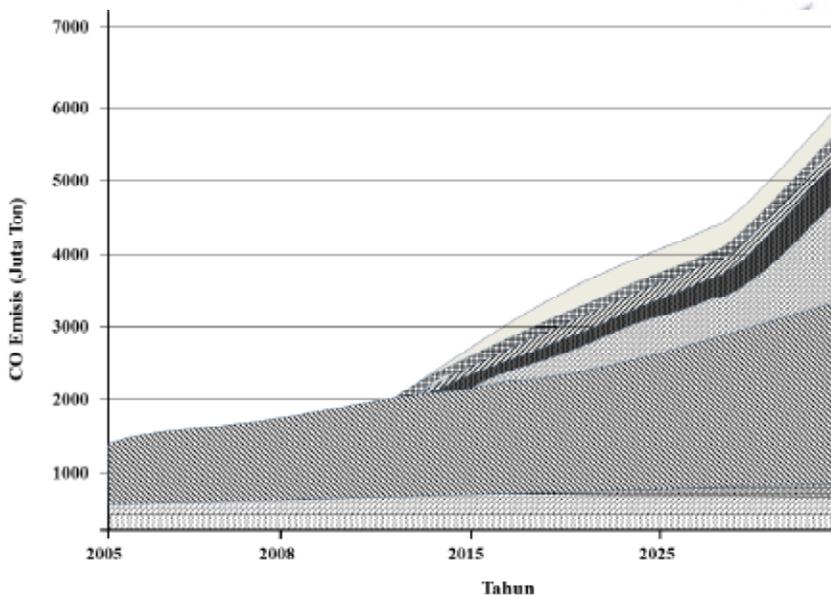
#### **4. Emisi Kendaraan Bermotor di Indonesia dan Negara Lain**

Pada umumnya, tingginya tingkat teknologi mempunyai kaitan yang erat dengan kemajuan suatu negara. Industri manufaktur di negara-negara industri maju yang tergabung dalam OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) mampu menurunkan intensitas energi sekitar 38 persen. Namun demikian, dalam skala global negara-negara industri maju harus bertanggung jawab terhadap meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer (Bacon, 1992).

Negara-negara industri maju menyumbangkan 80 persen emisi CO<sub>2</sub> (Khan, 2008). Pendapat tersebut didukung oleh data dari sepuluh negara yang mempunyai kontribusi terbesar terhadap persentase emisi CO<sub>2</sub> total, yaitu (1) Amerika Serikat (22 persen); (2) China (18 persen); (3) Rusia (5 persen); (4) India (4,9 persen); (5) Jepang (4,6 persen); (6) Jerman (3,1 persen); (7) Kanada (2,3 persen); (8) Inggris (2,2 persen); (9) Korea Selatan (1,7 persen); dan (10) Italia (1,6 persen). Peringkat tersebut dihitung dari data pencemaran global berdasarkan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan

oleh aktivitas manusia. Dari sepuluh negara tersebut, enam diantaranya (Amerika Serikat, Jepang, Jerman, Kanada, Inggris, dan Italia) adalah negara-negara anggota OECD.

Fenomena tersebut mengindikasikan dua hal penting terkait dengan emisi CO<sub>2</sub>. Pertama, besarnya emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan oleh negara-negara industri maju menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan yang erat antara pesatnya pertumbuhan sektor industri dengan meningkatnya emisi CO<sub>2</sub>. Kedua, pengalaman di negara-negara anggota OECD menunjukkan walaupun teknologi dipercaya dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, namun dalam penerapannya membutuhkan biaya yang sangat tinggi sehingga dapat menambah biaya produksi yang pada akhirnya menurunkan output. Dengan kata lain, penerapan teknologi berlawanan dengan motif ekonomi untuk memenuhi permintaan pasar guna memaksimalkan keuntungan. Grafik Pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> di negara-negara Asia ditunjukkan pada Gambar 1.

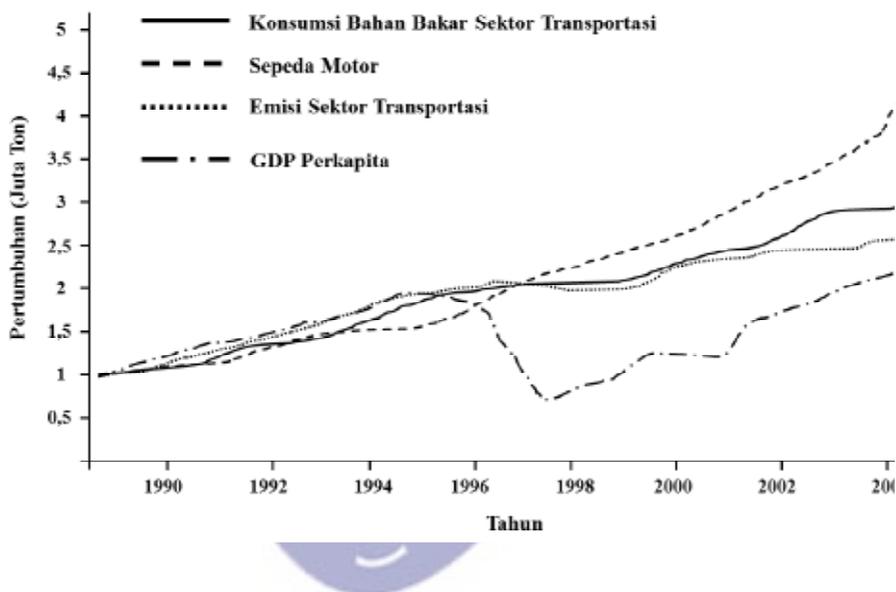


Gambar 1 Pertumbuhan Emisi di Negara-negara Asia  
(CIA-Asia and Segment, 2008)

Transportasi merupakan sektor utama penyebab polusi udara di kota-kota besar di Indonesia. Pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi dari sektor transportasi disebabkan oleh pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Konsekuensinya adalah meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak dari sektor tersebut. mencatat pertumbuhan kendaraan bermotor mencapai sekitar 12 persen per tahun. Kondisi tersebut diperparah dengan beberapa faktor, yaitu kemacetan lalu lintas yang salah

satunya disebabkan oleh tidak seimbangnya pertumbuhan kendaraan bermotor dengan pembangunan jalan raya (kurang dari 5 persen per tahun), kondisi fisik kendaraan bermotor yang tidak layak dan manajemen transportasi yang buruk. (Kementerian Perhubungan, 2005) dalam (Kementrian Lingkungan Hidup, 2005)

Sektor transportasi sangat bergantung pada penggunaan energi fosil terutama minyak, tidak hanya di Indonesia tapi juga di dunia. Data global menunjukkan bahwa pada tahun 2006 sektor transportasi mengkonsumsi 28 persen energi dunia dan 95 persen dari konsumsi tersebut berupa energi fosil, sehingga tidak mengherankan jika sektor transportasi menyumbang emisi CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang besar, yaitu lebih dari 20 persen dari total emisi CO<sub>2</sub> (Weeda, 2009). Grafik pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> dan konsumsi bahan bakar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pertumbuhan Emisi CO<sub>2</sub> dan Konsumsi Bahan Bakar (BPS, 2007)

## 5. Metodologi Penelitian

### 5.1 Metodologi Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder dilaksanakan pada bulan Mei 2012. Data sekunder yang didapat adalah hasil dari pengujian emisi di Kota Yogyakarta yang telah dilaksanakan oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Yogyakarta dan Pusat Pengelolaan Ekoregion Jawa dengan ukuran sampel sepeda motor sebanyak 1563 sepeda motor. Uji emisi tersebut telah dilaksanakan pada tanggal 17 April 2012 dengan lokasi di Parkir Puriwisata, tanggal 24 April 2012 berlokasi di Lapangan Pasebahan Bantul, tanggal 25 April 2012 berlokasi di SMK N 2 Pengasih, tanggal 26 April 2012 berlokasi di Rest Area Bunder Gunung Kidul dan tanggal 30 April berlokasi di halaman TVRI Sleman.



Pengujian emisi ini dilaksanakan dengan metode *idle* atau langsam, yaitu pengujian dengan percepatan tetap atau pengujian dengan sepeda motor dalam keadaan diam (netral). Kegiatan uji emisi sepeda motor di Kota Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 Kegiatan Uji Emisi di Yogyakarta (Pusat Pengelolaan Ekoregion Jawa, 2012)

Pengumpulan data primer dilaksanakan pada tanggal bulan Juni 2012 dengan mengambil tempat di area Politeknik Negeri Bandung. Pengumpulan data primer dilaksanakan bekerjasama dengan Badan Lingkungan Hidup Kota Bandung, Politeknik Negeri Bandung, dan Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum. Jumlah sepeda motor yang mengikuti uji emisi ini adalah sebanyak 575 unit sepeda motor yang tersebar di dalam area kampus dan sekitar area kampus.

Pengambilan data di area Politeknik Negeri Bandung dilakukan dengan metode *idle* atau langsam. Sepeda motor yang mengikuti uji emisi adalah sepeda motor yang dimiliki oleh mahasiswa dan penduduk sekitar kampus. Variabel yang diukur dalam pengujian ini meliputi variabel yang ditampilkan dari alat uji emisi (*Emission Analyzer*), yaitu CO, HC, O<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub>. Adapun variabel lainnya yang dicatat oleh petugas uji emisi meliputi produsen sepeda motor, merk sepeda motor, tahun pembuatan, kapasitas mesin (cc), panjang perjalanan (km), waktu pemeliharaan terakhir sepeda motor, dan jenis bahan bakar. Kondisi pelaksanaan pengujian emisi sepeda motor ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 4  
Sepeda Motor  
Peserta Uji Emisi



Gambar 5  
Pendaftaran Pengujian Emisi  
Sepeda Motor



Gambar 6  
Pelaksanaan Pengujian Emisi  
Sepeda Motor

Tahapan metode uji *idle* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Pengujian ini menggunakan alat penguji emisi dilakukan dengan sepeda motor dalam keadaan *idle*/langsam. Pengujian ini dinamakan *idle* test dengan variabel yang ditampilkan dalam alat uji emisi yaitu CO, HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan Lambda. Alat uji emisi ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7 Alat uji emisi sepeda motor

Untuk pengujian emisi gas buang sepeda motor digunakan *probe* (alat penyambung ke knalpot sepeda motor) yang khusus untuk sepeda motor dan berbeda dengan kendaraan roda empat atau lebih. Alat ini mempunyai sifat elastis yang dapat mengikuti bentuk dalam knalpot. *Probe* yang digunakan dalam pengujian emisi gas buang sepeda motor dan penggunaannya di tunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8 Probe dan Penggunaannya

Setelah data yang ditampilkan dalam alat uji emisi stabil. Maka data tersebut dapat dinyatakan valid. Data *diprint out* atau dicatat dimana data tersebut berupa konsentrasi HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan Lambda. Hasil print out data uji emisi ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 Print Out Data Hasil Uji Emisi

Setelah data emisi didapatkan, data selanjutnya yang dikumpulkan adalah data sepeda motor. Data sepeda motor didapat berdasarkan data dari STNK maupun keterangan langsung dari pemilik sepeda motor. Data-data tersebut adalah tahun pembuatan, kapasitas mesin dan opasitas.



Gambar 10 Pengumpulan data sepeda motor

## 5.2 Metodologi Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *software* PASW *Statistic* 20 dan metode analisis yang digunakan adalah analisis regresi logistik biner. Regresi logistik biner merupakan suatu teknik untuk menganalisis data yang peubah responnya memiliki dua kategori dengan satu atau lebih peubah bebas yang berskala kategorik atau kontinu (Felasofa, 2012).

Teknik analisis regresi logistik digunakan karena pada penelitian ini dijelaskan hubungan antara variable terikat yang berupa data dikotomik atau biner dengan variable bebas yang berupa data berskala interval atau kategorik (Hosmer dan Lomeshow, 1989). Variabel terikat berskala biner adalah variabel terikat,  $y$ , yang memiliki dua kategori (dikotomik), yaitu kejadian nilai CO 4,5 % atau kurang ( $y = 1$ ) dan kejadian nilai CO yang memiliki nilai lainnya ( $y = 0$ ). Hal serupa digunakan untuk besaran emisi HC, dimana ada dua kategori, yaitu bernilai 2000 ppm atau kurang ( $y = 1$ ) dan bernilai lainnya ( $y = 0$ ). Variable  $y$  ini mengikuti sebaran atau distribusi *Bernoulli*.

Regresi logistik biner telah banyak digunakan secara luas sebagai salah satu alat analisis pemodelan ketika variabel responnya ( $Y$ ) bersifat biner dan berskala nominal. Istilah biner merujuk pada dua kategori pada variabel respon. Contoh variabel respon yang dimaksud adalah kesuksesan (sukses – gagal), kesetujuan (setuju – tidak setuju), keinginan membeli (ya – tidak). Pada prinsipnya model regresi logistik biner adalah sama dengan metode analisis diskriminan, yaitu metode untuk mengelompokkan berdasar beberapa variabel penjelas (Indira, 2009).

## 6. Deskripsi dan Karakteristik Data Emisi Sepeda Motor

Sebelum dianalisis lebih lanjut dengan membangun model, maka teknik analisis statistika deskriptif digunakan untuk mengeksplorasi karakteristik data. Data akan dideskripsikan dalam format distribusi frekuensi. Adapun ukuran statistika yang

digunakan adalah rata-rata, variansi, serta nilai maksimum dan minimum. Analisis statistika deskriptif berguna untuk menentukan variabel dan data yang akan dilibatkan dalam pemodelan. Data yang dipilih selanjutnya di kelompokkan sesuai dengan karakteristik data tersebut.

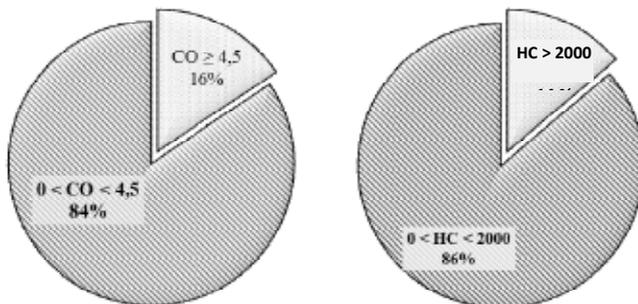
### 6.1 Deskripsi Data Emisi Sepeda Motor di Kota Yogyakarta

Data emisi sepeda motor yang didapat di Kota Yogyakarta adalah data CO dan HC. Ukuran sampel dari hasil pengukuran adalah sebanyak 1563 sepeda motor. Data CO dan HC masing-masing dibagi dalam dua klasifikasi, yaitu data CO dengan nilai 0 sampai dengan 4,5 dan data CO dengan nilai lebih dari 4,5. Adapun rentang data HC adalah antara 0 sampai dengan 2000 dan HC yang nilainya lebih dari 2000. Batasan yang digunakan sebagai klasifikasi untuk data emisi sepeda motor dalam studi ini merujuk pada ketentuan ambang batas kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor kategori L yang didapat dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Klasifikasi ini membagi nilai emisi menjadi kategori lulus dan tidak lulus berdasarkan parameter CO dan HC.

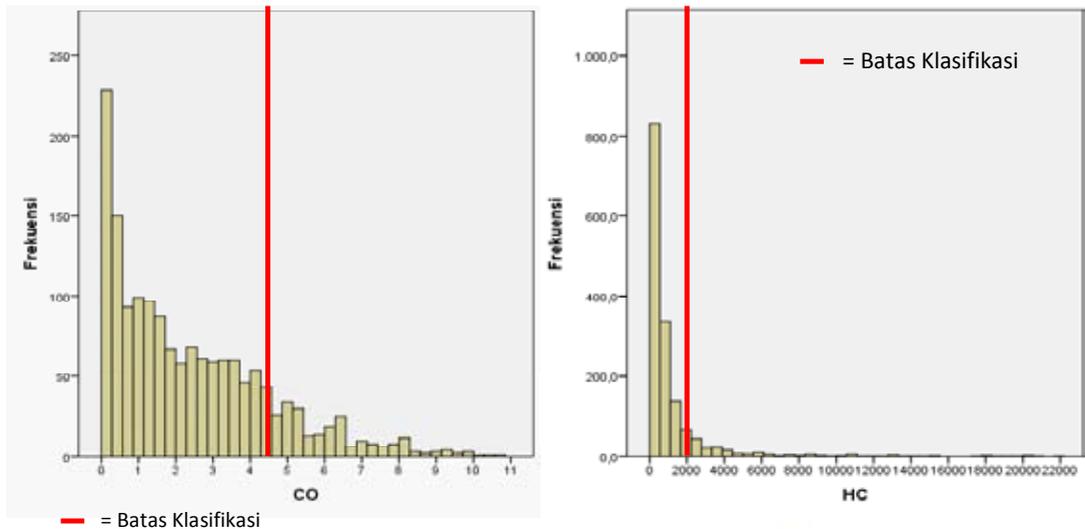
Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa nilai CO terkecil adalah sebesar 0,01 dan nilai tertingginya adalah sebesar 10,83. Besarnya nilai CO memiliki rata-rata sebesar 2,394 dan deviasi standar sebesar 2,11. Adapun nilai HC terkecil adalah sebesar 6,55 dan nilai tertingginya adalah sebesar 21945. Rata-rata nilai HC adalah sebesar 1258,11 dengan deviasi standar sebesar 2447,88. Deskripsi statistika data emisi sepeda motor dari kota Yogyakarta ditunjukkan pada Tabel 5. Distribusi dan Klasifikasi emisi sepeda motor ditunjukkan pada Gambar 11 dan Gambar 12.

Tabel 5 Deskripsi Statistik Data Sekunder Yogyakarta untuk Data Sepeda Motor

Variabel	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Deviasi Standar
CO	1563	0,01	10,83	2,3943	2,10743
HC	1563	6,55	21945,00	1258,1059	2447,88698



Gambar 11 Distribusi Data Sekunder Emisi Sepeda Motor Yogyakarta



Gambar 12 Klasifikasi Data Primer Emisi Sepeda Motor Yogyakarta

## 6.2 Deskripsi Data Emisi Sepeda Motor Kota Bandung

Data emisi sepeda motor yang didapat di Kota Bandung adalah nilai CO, HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan Lambda ( $\lambda$ ). Ukuran sampel dari masing-masing pengukuran adalah sebanyak 575 sepeda motor. Data yang digunakan dalam pemodelan hanyalah data CO dan HC. Hal tersebut dilakukan agar pemodelan memiliki parameter yang sama dengan data emisi sepeda motor di Kota Yogyakarta, sehingga data di kedua lokasi tersebut dapat dibandingkan. Alasan lainnya adalah ketidaktersediaan acuan untuk batas-batas parameter lainnya seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan Lambda ( $\lambda$ ).

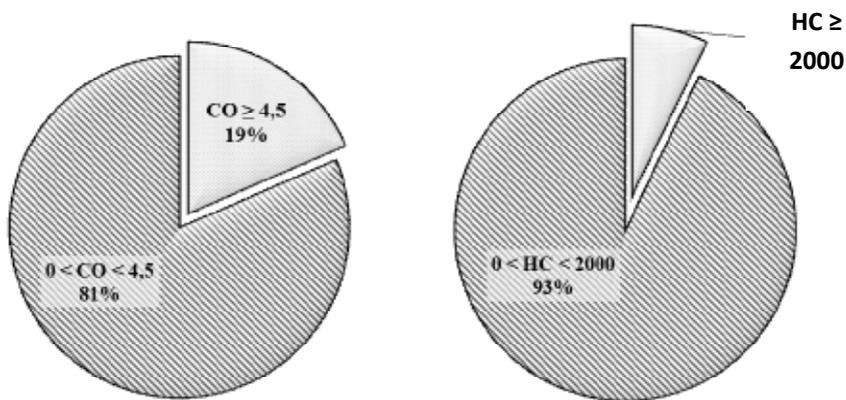
Data CO dan HC masing-masing dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama adalah CO dengan rentang nilai antara 0 hingga 4,5, serta kelompok kedua dengan nilai lebih dari 4,5. Hasil pengukuran HC juga dikelompokkan dalam dua kelompok. Kelompok pertama dengan rentang antara 0 sampai dengan 2000. Adapun kelompok kedua dengan nilai lebih dari 2000. Batas-batas tersebut merujuk pada ketentuan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor kategori L dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Pembagian rentang ini merupakan pengelompokan antara yang lulus dan tidak lulus berdasarkan parameter CO dan HC.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian di lapangan dapat diketahui bahwa besarnya nilai CO terkecil adalah sebesar 0,02, sedangkan nilai tertinggi adalah 9,99. Rata-rata nilai CO adalah sebesar 2,7305. Nilai HC memiliki rentang antara

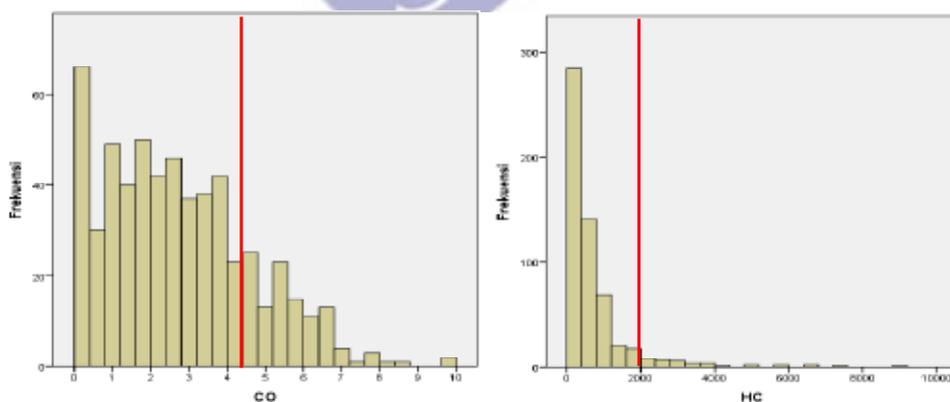
3,22 hingga 9194 dengan rata-rata sebesar 717,12. Deviasi standar untuk CO dan HC adalah 1,89 dan 973,39, secara berutuan. Deskripsi statistik data emisi sepeda motor di Kota Bandung ditunjukkan pada Tabel 6, sedangkan distribusi data emisi sepeda motor ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 14.

Tabel 6 Deskripsi Statistik Data Primer Bandung untuk Data Sepeda Motor

Variabel	n	Minimum	Maksimum	Rata-Rata	Deviasi Standar
CO	575	0,02	9,99	2,7305	1,89224
HC	573	3,22	9194,00	717,1191	973,39650



Gambar 13 Distribusi Data Primer Emisi Sepeda Motor Bandung



Gambar 14 Klasifikasi Data Primer Emisi Sepeda Motor Bandung

### 6.3 Karakteristik Data Uji Sepeda Motor di Yogyakarta

Jumlah pengamatan sepeda motor di Kota Yogyakarta adalah sebanyak 1563 sepeda motor. Dalam pemodelan selanjutnya tidak digunakan informasi mengenai opasitas dikarenakan hampir seluruh sepeda motor adalah bermesin 4 langkah (1484 sepeda motor). Adapun sepeda motor dengan opasitas mesin 2 langkah sebanyak 79 sepeda motor dikeluarkan dari analisis. Selain jumlah sepeda motor 2 langkah yang sangat sedikit, juga terdapat fakta bahwa produsen sepeda motor sudah tidak memproduksi sepeda motor dua langkah lagi. Model selanjutnya diarahkan hanya menganalisis sepeda motor berjenis 4 langkah saja.

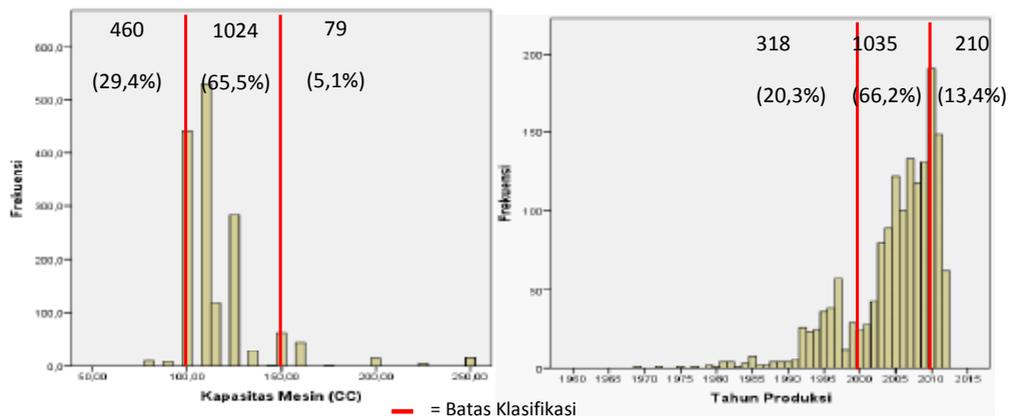
Data menunjukkan bahwa kapasitas mesin yang terkecil adalah sebesar 80 cc dan sepeda motor tertua yang digunakan adalah hasil produksi tahun 1969. Adapun kapasitas mesin terbesar yang terlibat dalam studi ini adalah sebesar 250 cc dengan tahun pembuatan termuda adalah tahun 2012. Rata-rata kapasitas mesin adalah 115 cc dengan rata-rata tahun pembuatan adalah 2004. Deskripsi statistik karakteristik data sepeda motor ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Deskripsi Statistik Karakteristik Sepeda Motor di Kota Yogyakarta

Variabel	n	Minimum	Maksimum	Mean	Deviasi Standar
Kapasitas Mesin (cc)	1563	80,00	250,00	115,9789	22,11095
Tahun Produksi	1563	1969,00	2012,00	2004,7652	6,31447

Kapasitas mesin selanjutnya diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu sepeda motor dengan kapasitas mesin di bawah 100 cc, antara 100 cc sampai dengan 150 cc, dan di atas 150 cc. Sedangkan klasifikasi untuk tahun produksi sepeda motor adalah sepeda motor dengan tahun produksi sebelum tahun 2000, antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010, dan sepeda motor yang diproduksi setelah tahun 2010.

Sepeda motor di Kota Yogyakarta didominasi oleh sepeda motor dengan kapasitas mesin antara 100 cc sampai 150 cc (65,5%) yang diproduksi pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 (66,2%). Distribusi dan klasifikasi data kapasitas mesin dan tahun produksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Distribusi dan Klasifikasi Data Sekunder Opasitas dan Tahun Produksi Sepeda Motor di Yogyakarta

Data menunjukkan pula bahwa sepeda motor dengan Merk H adalah yang paling dominan (962 unit) dan diikuti oleh sepeda motor merk Y (311). Distribusi merk sepeda motor ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Frekuensi Variabel Produsen Sepeda Motor

Variabel	Frekuensi	Proporsi (%)
Produsen H	962	61,5
Produsen Y	311	19,9
Produsen S	217	13,9
Produsen Lain	73	4,7
Total	1563	100,0

#### 6.4 Karakteristik Data Uji Sepeda Motor di Bandung

Jumlah sepeda motor yang terlibat dalam pengumpulan data primer di Bandung adalah sebanyak 575 sepeda motor. Data mengenai jenis bahan bakar tidak dilibatkan dalam analisis selanjutnya dikarenakan 99 % sepeda motor menggunakan bensin premium. Hal ini adalah nampak logis karena harga bahan bakar jenis premium lebih murah dibandingkan jenis lainnya, seperti pertamax dan pertamax plus.

Deskripsi data menunjukkan bahwa kapasitas mesin sepeda motor terkecil di Kota Bandung adalah sebesar 70 cc. Adapun sepeda motor tertua adalah hasil pembuatan tahun 1973. Data panjang perjalanan menunjukkan panjang terpendek adalah sebesar 270 km. Sepeda motor yang ditemui dalam survei memiliki kapasitas mesin terbesar adalah 250 cc. Adapun besarnya panjang perjalanan terpan-

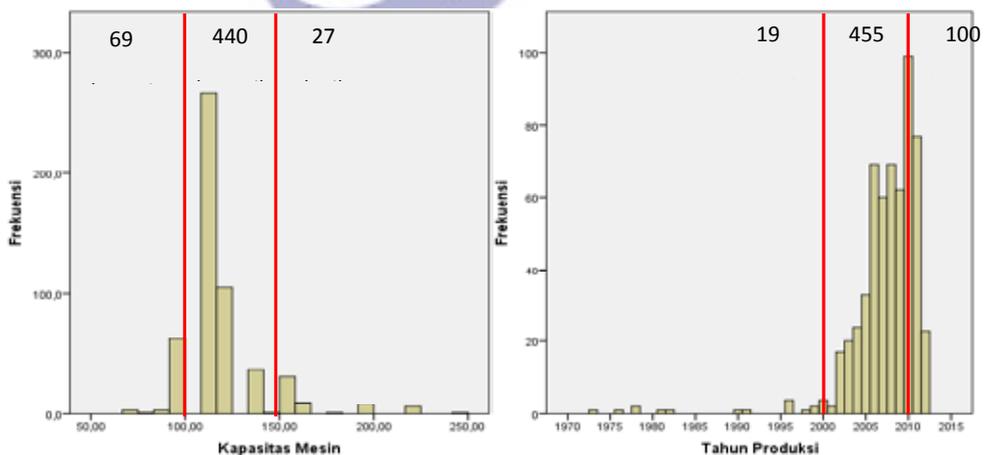
jang adalah 907.888 km, dan tahun produksi termuda adalah tahun 2012. Deskripsi statistik data primer untuk data sepeda motor ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9 Deskripsi Statistik Data Primer untuk Data Sepeda Motor Bandung**

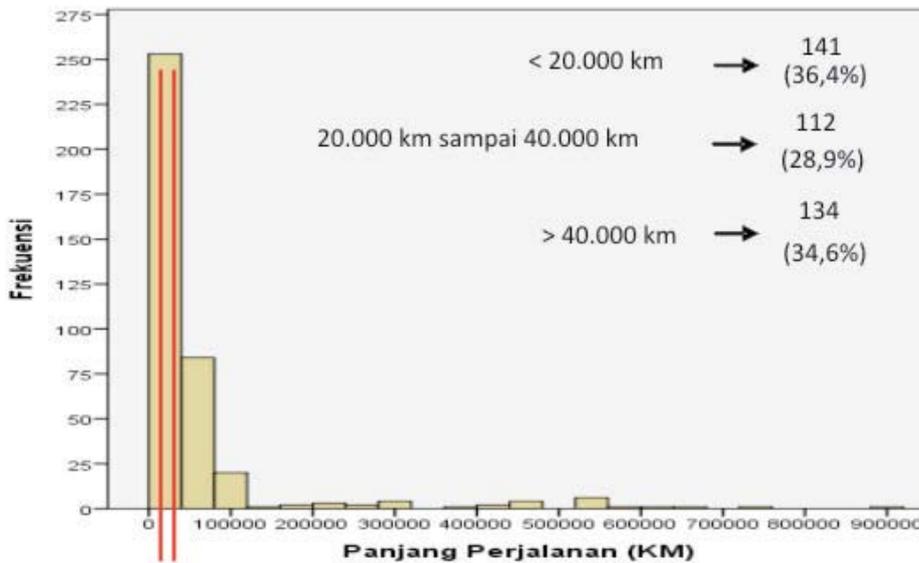
Variabel	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Deviasi Standar
Kapasitas Mesin (cc)	536	70,00	250,00	120,31	21,65
Panjang Perjalanan (km)	387	270,00	907.888	61.313,27	118.059,59
Tahun Produksi	574	1.973,00	2.012,00	2.007,39	4,32025

Kapasitas mesin diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu sepeda motor dengan kapasitas mesin di bawah 100 cc, antara 100 cc sampai dengan 150, dan di atas 100 cc. Klasifikasi untuk tahun produksi sepeda motor adalah sepeda motor dengan tahun produksi 2000 atau lebih tua, antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010, dan tahun 2010 atau lebih muda. Adapun panjang perjalanan dikelompokkan menjadi 20.000 km atau kurang, antara 20.000 km sampai dengan 40.000 km, dan 40.000 km atau lebih.

Data menunjukkan pula bahwa sepeda motor dengan kapasitas mesin 100 cc sampai 150 cc dan tahun produksi tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 mendominasi sepeda motor yang digunakan di Kota Bandung, yaitu sebesar 76,5% dan 79,1%, secara berurutan. Dominasi panjang perjalanan terjadi oleh sepeda motor pada jarak 50.000 km atau kurang, yaitu sebanyak 50,3%. Distribusi data kapasitas mesin dan tahun produksi dapat dilihat pada Gambar 16 dan panjang perjalanan ditunjukkan pada Gambar 17.



**Gambar 16 Distribusi dan Klasifikasi Data Kapasitas Mesin dan Tahun Produksi Sepeda Motor di Bandung**



Gambar 17 Distribusi dan Klasifikasi Data Panjang Perjalanan Sepeda Motor di Bandung

## 7. Hasil Estimasi Model

Variabel terikat (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah emisi gas buang CO dan HC. Variabel CO dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu CO lebih kecil atau sama dengan 4,5 ( $y = 1$ ) atau lainnya ( $y = 0$ ). Adapun variabel HC dikelompokkan menjadi dua kategori juga, yaitu HC lebih kecil atau sama dengan 2000 ( $y = 1$ ) atau lainnya ( $y = 0$ ). Variabel bebas (*independent variable*) yang digunakan adalah variabel produsen sepeda motor, tahun produksi sepeda motor, kapasitas mesin (cc) dan panjang perjalanan (km).

Model dibangun menggunakan spesifikasi *binary logistic regression*. Variabel terikat dapat diinterpretasikan menggunakan *odd ratio* yang selanjutnya menunjukkan kecenderungan untuk dikelompokkan pada suatu kelompok (kejadian) tertentu. *Odd ratio* adalah pengukuran besaran dampak yang menggambarkan kekuatan hubungan variabel terikat antara dua nilai data biner. *Odd ratio* memperlakukan dua variabel yang dibandingkan secara simetris dengan menggunakan beberapa jenis sampel yang tidak acak. *Odd ratio* ini menjelaskan pula kecenderungan variabel bebas mempengaruhi variabel terikat. Persamaan dasar dari *binary logistic regression* ditunjukkan pada persamaan 1

$$\hat{Y} = P(x_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)}} \dots (1)$$

Setiap variabel bebas harus bernilai signifikan, yaitu dengan  $p$ -value lebih kecil dari tingkat keterandalan yang dipergunakan dalam studi ini, yaitu sebesar 0,05. Oleh karena itu, variabel bebas yang tidak signifikan berpengaruh akan dikeluarkan secara bertahap dari model agar variabel-variabel bebas yang tersisa adalah variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Kecenderungan atau peluang bertambahnya nilai variabel bebas setelah dikontrol dengan variabel lainnya ditentukan dengan nilai dari notasi Exp (B). S.E (*Standard Error*) adalah nilai standar deviasi dari variabel-variabel. Untuk memberikan arti apakah variabel bebas bermakna atau tidak ditentukan dengan nilai dari notasi Wald dengan berdasar pada nilai dari notasi d.f (*Degree of Freedom*).

## 7.1 Estimasi model berdasar data Kota Yogyakarta

### 7.1.1 Estimasi model CO di Kota Yogyakarta

Besarnya  $p$ -value dari *Hosmer and Lemeshow Test* yang lebih besar dari tingkat keterandalan sebesar 5% menunjukkan bahwa model dinyatakan fit. Pengujian ini berarti bahwa data empiris cocok dengan model, dimana hipotesis null-nya adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas. Hal ini berarti bahwa model adalah layak untuk diinterpretasikan lebih lanjut. Nilai dari pengujian *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 *Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Kota Yogyakarta*

Step	Chi-square	df	Sig.
1	1,305	3	0,728

Dari output *Omnibus Tests of Model Coefficients* dapat dilihat  $p$ -value (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05. Hal ini menandakan bahwa model tersebut signifikan dan berarti keempat variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel CO. *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 *Omnibus Tests of Model Coefficients Data CO Kota Yogyakarta*

Step 1	Step	Chi-square	df	Sig.
	Block	51,932	4	0,000
	Model	51,932	4	0,000

Setelah dilakukan pemodelan, maka model terbaik menunjukkan bahwa variabel bebas penentu CO di Kota Yogyakarta adalah kategori produsen sepeda motor dengan klasifikasi merk H dan merk S, tahun produksi sepeda motor dari tahun 2000 hingga tahun 2010, dan sepeda motor tahun produksi di atas tahun 2010. Hasil estimasi ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Estimasi Parameter Model Emisi CO menggunakan Data Yogyakarta

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Merk_H	-0,607	0,195	9,657	1	0,002	0,545
Merk_S	-0,628	0,254	6,133	1	0,013	0,534
Tahun_2000to2010	0,683	0,159	18,549	1	0,000	1,979
Tahun_up2010	1,615	0,315	26,307	1	0,000	5,026
Constant	1,581	0,213	55,257	1	0,000	4,858

Berdasarkan hasil estimasi parameter model emisis CO, maka persamaan logistik biner dapat dituliskan kembali seperti ditunjukkan dalam persamaan 2.

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(1,581-0,607(Merk\_H)-0,628(Merk\_S)+0,683(Tahun\_2000to2010)+1,615(Tahun\_up2010))}} \dots (2)$$

Dari persamaan 2 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah sepeda motor yang digunakan yang merupakan hasil produksi produsen H dan S, maka kadar emisi CO akan cenderung meningkat. Model menunjukkan pula bahwa semakin banyak sepeda motor yang digunakan di jalan yang diproduksi setelah tahun 2000 akan mengurangi kadar CO. Hal ini menunjukkan bahwa sepeda motor merk selain merk H dan merk S dengan tahun produksi setelah tahun 2000 memiliki pengaruh kecil terhadap kadar CO.

Analisis menunjukkan pula bahwa model yang dibangun dapat memprediksi secara tepat 84,5% dari total kejadian. Hasil ini dapat dikategorikan bahwa model mampu mengklasifikasi data dengan sangat baik, Tabel 10 menunjukkan bahwa model regresi logistik biner yang digunakan adalah baik, karena mampu memprediksi observasi dengan kebenaran 72,8%. Hal ini berarti model memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 27,2% dari seluruh observasi yang ada. Hasil klasifikasi data CO berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 Klasifikasi Data CO Kota Yogyakarta

		Observasi	Prediksi		Persentase Kebenaran
			CO		
			0,00	1,00	
Step 1	CO	0,00	0	243	,0
		1,00	0	1320	100,0
Persentase Keseluruhan (%)					84,5

Dari model regresi logistik biner yang dibangun, maka dapat dilakukan prediksi untuk menentukan klasifikasi kelulusan ambang batas emisi, baik CO maupun HC. Menentukan prediksi dari masing-masing variabel bebas dapat ditentukan dengan ODDS Rasio. Nilai ODDS Rasio menunjukkan prediksi dari variabel bebas yang cenderung terhadap  $y=0$  atau  $y=1$  atau variabel tidak bebas (CO dan HC). Contoh perhitungan ditunjukkan pada persamaan-persamaan berikut:

a) Nilai ODDS Rasio untuk Variabel Merk H

$$ODDS = \frac{e^{-a+bx_1}}{e^{-a+bx_1}}$$

$$ODDS = \frac{e^{-1,581 - 0,607(1)}}{e^{-1,581 - 0,607(1)}} = e^{-2,188} = 0,112$$

Dari model tersebut dapat diprediksi bahwa sepeda motor dengan merk H memiliki kecenderungan 0,112 kali berada dalam kelompok sepeda motor yang menghasilkan gas buang CO dengan nilai diluar 0 sampai 4,5 atau  $y=0$ , dibanding dengan sepeda motor dengan merk lainnya.

$$\hat{Y} = \frac{ODDS}{1 + ODDS} = \frac{0,112}{1 + 0,112} = 0,101$$

Dari analisis maka dapat disimpulkan sepeda motor merk H memiliki kecenderungan sebesar 10% masuk dalam kelompok sepeda motor yang gas buang CO dengan nilai diluar 0 sampai 4,5 atau  $y=0$ .

b) Nilai ODDS Rasio untuk Variabel Merk S

$$ODDS = \frac{e^{-1,581 - 0,628(1)}}{e^{-1,581 - 0,628(1)}} = e^{-2,209} = 0,109$$

Dari model tersebut dapat diprediksi bahwa sepeda motor dengan merk S memiliki kecenderungan 0,109 kali berada dalam kelompok sepeda motor yang menghasilkan gas buang CO dengan nilai diluar 0 sampai 4,5 atau  $y=0$ , dibanding dengan sepeda motor dengan merk lainnya.

$$\hat{Y} = \frac{ODDS}{1 + ODDS} = \frac{0,109}{1 + 0,109} = 0,09$$

Dari analisis maka dapat disimpulkan sepeda motor merk S memiliki kecenderungan sebesar 9% masuk dalam kelompok sepeda motor yang gas buang CO dengan nilai diluar 0 sampai 4,5 atau  $y=0$ .

- c. Nilai ODDS Rasio untuk variabel produksi antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010

$$ODDS = e^{-1,581 + 0,683(1)} = e^{-2,264} = 0,407$$

Dari model tersebut dapat diprediksi bahwa sepeda motor dengan tahun produksi antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 memiliki kecenderungan 0,407 kali berada dalam kelompok sepeda motor yang menghasilkan gas buang CO dengan nilai 0 sampai 4,5 atau  $y=1$ , dibanding dengan sepeda motor dengan tahun produksi lainnya.

$$\hat{Y} = \frac{ODDS}{1 + ODDS} = \frac{0,407}{1 + 0,407} = 0,289$$

Dari analisis maka dapat disimpulkan sepeda motor dengan tahun produksi antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 memiliki kecenderungan sebesar 28% masuk dalam kelompok sepeda motor yang gas buang CO dengan nilai 0 sampai 4,5 atau  $y=1$ .

- d) Nilai ODDS Rasio untuk variabel tahun produksi diatas tahun 2010

$$ODDS = e^{-1,581 + 1,615(1)} = e^{-0,034} = 1,034$$

Dari model tersebut dapat diprediksi bahwa sepeda motor dengan tahun produksi diatas tahun 2010 memiliki kecenderungan 1,034 kali berada dalam kelompok sepeda motor yang menghasilkan gas buang CO dengan nilai 0 sampai 4,5 atau  $y=1$ , dibanding dengan sepeda motor dengan tahun produksi lainnya.

$$\hat{Y} = \frac{ODDS}{1 + ODDS} = \frac{1,034}{1 + 1,034} = 0,508$$

Dari analisis maka dapat disimpulkan sepeda motor dengan tahun produksi diatas tahun 2010 memiliki kecenderungan sebesar 50% masuk dalam kelompok sepeda motor yang gas buang CO dengan nilai 0 sampai 4,5 atau  $y=1$ .

Dari model regresi logistik biner dapat dihitung nilai peluang untuk beragam kondisi. Jika dimiliki suatu sepeda motor dengan merk H yang dibuat pada tahun lebih tua dari tahun 2000, maka dapat diprediksi bahwa sepeda motor tersebut akan memiliki peluang sebesar 72% untuk memenuhi ambang batas CO memenuhi syarat. Peluang variabel bebas terhadap nilai CO memenuhi syarat di Kota Yogyakarta ditunjukkan pada Tabel 14.

**Tabel 14 Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai CO Memenuhi Syarat di Kota Yogyakarta**

No	Kondisi Sepeda Motor		Peluang untuk memenuhi syarat (%) (Y=1)
	Produsen	Tahun Produksi	
1	Merk H	Lebih Tua dari Tahun 2000	72
2	Merk S	Lebih Tua dari Tahun 2000	72
3	Merk Y	Lebih Tua dari Tahun 2000	82
4	Merk H	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	83
5	Merk S	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	83
6	Merk Y	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	90
7	Merk H	Lebih Muda dari Tahun 2010	92
8	Merk S	Lebih Muda dari Tahun 2010	93
9	Merk Y	Lebih Muda dari Tahun 2010	96

### 7.1.2 Estimasi model variabel HC Kota Yogyakarta

Pada estimasi model variabel HC nilai sig. pada Tabel *Hosmer and Lemeshow Test* lebih besar dari 0,05 maka model dinyatakan fit dan model adalah layak dan model dapat diinterpretasikan. Nilai nilai *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada Tabel 15.

**Tabel 15 Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Kota Yogyakarta**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	1,597	4	,809

Ketiga variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel HC karena dilihat p-value (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05 . *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 *Omnibus Tests of Model Coefficients* Data HC Kota Yogyakarta

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	153,514	3	,000
	Block	153,514	3	,000
	Model	153,514	3	,000

Variabel bebas penentu HC pada data Kota Yogyakarta yang tersisa (signifikan) adalah kapasitas mesin dengan klasifikasi sepeda motor dengan kapasitas mesin lebih dari 150 cc, tahun produksi dengan klasifikasi sepeda motor antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 dan sepeda motor dengan tahun diatas tahun 2010 seperti ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17 *Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Kota Yogyakarta*

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
CC up150	1,299	0,481	7,284	1	0,007	3,666
Tahun_2000to2010	1,657	0,159	108,279	1	0,000	5,246
Tahun_up2010	3,383	0,519	42,490	1	0,000	29,453
Constant	0,541	0,121	20,159	1	0,000	1,718

Maka persamaan logistik biner dapat disajikan sebagai berikut:

Persamaan 3:

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(0,541+1,299(CCup150)+1,657(Tahun_{2000to2010})+3,383(Tahun_{up2010}))}}$$

Tabel 15 menunjukkan bahwa model regresi logistik biner yang digunakan adalah baik, karena mampu memprediksi observasi dengan kebenaran 80,9%. Hal ini berarti model memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 19,1% dari seluruh observasi yang ada. Hasil klasifikasi data HC berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18 *Klasifikasi Data HC Kota Yogyakarta*

		Berdasarkan Model			
		Observasi	Prediksi		
			HC	Persentase Kebenaran	
Step 1	HC	0,00	0	215	,0
		1,00	0	1348	100,0
Persentase Keseluruhan (%)					86,2

Nilai ODDS untuk variabel bebas yang signifikan terhadap nilai HC memenuhi syarat pada data Kota Yogyakarta ditunjukkan oleh Tabel 19.

Tabel 19 Nilai ODDS untuk data HC pada data Kota Yogyakarta

Variabel	Kecenderungan	
	Kali	%
CC up150	0,758	86
Tahun 2000to2010	3,053	90
Tahun up2010	17,150	98

Dari model regresi logistik biner maka nilai peluang variabel-variabel bebas dengan berbagai kondisi yang memenuhi syarat untuk nilai HC ( $Y=1$ ) dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada Tabel 20.

Tabel 20 Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat di Kota Yogyakarta

No	Tahun Produksi	Kapasitas Mesin	Peluang untuk memenuhi syarat (%) ( $Y=1$ )
1	Lebih Tua dari Tahun 2000	Dibawah 100 cc	63
2	Lebih Tua dari Tahun 2000	Antara 100 cc sampai dengan 150 cc	90
3	Lebih Tua dari Tahun 2000	Diatas 150 cc	83
4	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	Dibawah 100 cc	63
5	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	Antara 100 cc sampai dengan 150 cc	90
6	Antara Tahun 2000 Sampai dengan Tahun 2010	Diatas 150 cc	83
7	Lebih Muda dari Tahun 2010	Dibawah 100 cc	86
8	Lebih Muda dari Tahun 2010	Antara 100 cc sampai dengan 150 cc	97
9	Lebih Muda dari Tahun 2010	Diatas 150 cc	99

## 7.2 Estimasi model berdasar data Kota Bandung

Variabel-variabel terikat dari data Kota Bandung adalah CO dan HC dengan variabel bebas penentunya adalah produsen sepeda motor, tahun produksi, kapasitas mesin (cc) dan panjang perjalanan.

### 7.2.1 Estimasi model Variabel CO Kota Bandung

Nilai *Hosmer and Lemeshow Test* dipakai untuk menganalisis apakah data empiris cocok atau tidak dengan model. nilai sig. harus lebih besar dari 0,05 untuk menyatakan bahwa model fit dan model adalah layak dan model dapat diinterpretasikan. Nilai nilai *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada Tabel 21.

Tabel 21 *Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Kota Bandung*

Step	Chi-square	df	Sig.
1	0,299	4	0,990

Dari output *Omnibus Tests of Model Coefficients* dapat dilihat p-value (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05. Hal ini menandakan bahwa model tersebut signifikan dan berarti keempat variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel CO. *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 22.

Tabel 22 *Omnibus Tests of Model Coefficients Data CO Kota Bandung*

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	23,202	4	0,000
	Block	23,202	4	0,000
	Model	23,202	4	0,000

Variabel bebas penentu CO pada data Kota Bandung yang tersisa (signifikan) adalah Kapasitas mesin dengan klasifikasi sepeda motor dengan kapasitas mesin antara 100 cc sampai dengan 150 cc, tahun produksi sepeda motor dari tahun 2000 hingga tahun 2010, sepeda motor tahun produksi diatas tahun 2010 dan sepeda motor dengan panjang perjalanan antara 20000 km sampai dengan 40000 km seperti ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 23 *Estimasi Parameter Model Emisi CO Menggunakan Data Kota Bandung*

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
CC_100to150	0,627	0,248	6,394	1	0,011	1,872
Tahun_2000to2010	1,019	0,487	4,379	1	0,036	2,772
Tahun_up2010	1,816	0,585	9,630	1	0,002	6,150
km_20000to40000	-0,487	0,264	3,402	1	0,065	0,614
Constant	0,049	0,457	0,012	1	0,914	1,051

Maka persamaan logistik biner dapat disajikan sebagai berikut:

Persamaan 4:

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(0,049+0,627(CC100to150)+1,019(Tahun2000to2010)+1,816(Tahunup2010)-0,487(KM20000to40000)}}$$

Model regresi logistik biner yang digunakan adalah baik, karena mampu memprediksi observasi dengan kebenaran 81,4%. Hal ini berarti model memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 18,6% dari seluruh observasi yang ada. Hasil klasifikasi data CO Kota Bandung berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 24.

Tabel 24 Klasifikasi Data CO Kota Bandung Berdasarkan Model

	Observasi	Prediksi		
		CO		Persentase Kebenaran
		0,00	1,00	
Step 1	CO 0,00	1	106	,9
	1,00	1	467	99,8
Persentase Keseluruhan (%)				81,4

Nilai ODDS untuk variabel bebas yang signifikan terhadap nilai CO memenuhi syarat pada data Kota Bandung ditunjukkan oleh Tabel 25.

Tabel 25 Nilai ODDS untuk data CO pada data Kota Bandung

Variabel	Kecenderungan	
	Kali	%
CC_100to150	1,782	65
Tahun_2000to2010	2,638	73
Tahun_up2010	5,853	86
km_20000to40000	0,585	37

Dari model regresi logistik biner maka nilai peluang variabel-variabel bebas dengan berbagai kondisi yang memenuhi syarat untuk nilai CO (Y=1) dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada Tabel 26.

**Tabel 26 Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai CO  
Memenuhi Syarat di Kota Bandung**

No	Tahun Produksi	Kapasitas Mesin (cc)	Panjang Perjalanan (km)	Peluang untuk memenuhi syarat (%) (Y=1)
1	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Kurang dari 20000	51
2	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Kurang dari 20000	74
3	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Kurang dari 20000	86
4	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Kurang dari 20000	57
5	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Kurang dari 20000	84
6	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Kurang dari 20000	92
7	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Kurang dari 20000	51
8	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Kurang dari 20000	51
9	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Kurang dari 20000	51
10	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Antara 20000 sampai 40000	39
11	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Antara 20000 sampai 40000	64
12	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Antara 20000 sampai 40000	79
13	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Antara 20000 sampai 40000	54
14	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Antara 20000 sampai 40000	76
15	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Antara 20000 sampai 40000	88
16	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Antara 20000 sampai 40000	39
17	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Antara 20000 sampai 40000	64
18	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Antara 20000 sampai 40000	39
19	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Lebih dari 40000	51
20	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Lebih dari 40000	74
21	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Lebih dari 40000	86
22	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Lebih dari 40000	57

23	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Lebih dari 40000	84
24	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Lebih dari 40000	92
25	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Lebih dari 40000	51
26	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Lebih dari 40000	74
27	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Lebih dari 40000	86

## 7.2.2 Estimasi model Variabel HC Kota Bandung

Data empiris cocok atau tidak dengan model dianalisis dengan menggunakan nilai sig. yang harus lebih besar dari 0,05 untuk menyatakan bahwa model fit dan model adalah layak dan model dapat diinterpretasikan. Nilai nilai *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada tabel 27.

Tabel 27 *Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Kota Bandung*

Step	Chi-square	df	Sig.
1	,313	2	,993

P-value (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05 menandakan bahwa model tersebut signifikan dan berarti ketiga variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel HC. *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 28.

Tabel 28 *Omnibus Tests of Model Coefficients Data HC Kota Bandung*

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	4,534	3	0,009
	Block	4,534	3	0,009
	Model	4,534	3	0,009

Variabel bebas penentu HC pada data Kota Bandung yang tersisa (signifikan) adalah tahun produksi sepeda motor dari tahun 2000 hingga tahun 2010, sepeda motor tahun produksi diatas tahun 2010 dan sepeda motor dengan panjang perjalanan kurang antara 20.000 km sampai dengan 40.000 km seperti ditunjukkan pada Tabel 28.

Tabel 29 **Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Kota Bandung**

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Tahun_2000to2010	0,900	,662	1,851	1	0,074	2,460
Tahun_up2010	1,470	,808	3,307	1	0,069	4,349
km_20.000to40.000	-0,438	,380	1,329	1	0,049	0,645
Constant	1,735	,626	7,673	1	0,006	5,667

Maka persamaan logistik biner dapat disajikan sebagai berikut:

Persamaan 5:

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(1,735+0,900(Tahun2000to2010)+1,470(Tahunup2010)-0,438(KM20.000to40.000))}}$$

Prediksi observasi dengan kebenaran 92,9% menunjukkan bahwa model regresi logistik biner yang digunakan adalah baik. Dari seluruh observasi yang ada model memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 7,1%. Hasil klasifikasi data HC Kota Bandung berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 30.

Tabel 30 **Klasifikasi Data HC Kota Bandung Berdasarkan Model**

	Observasi	Prediksi		
		HC		Persentase Kebenaran
		0,00	1,00	
Step 1	HC 0,00	0	41	,0
	1,00	0	534	100,0
Persentase Keseluruhan (%)				92,9

Nilai ODDS untuk variabel bebas yang signifikan terhadap nilai HC memenuhi syarat pada data Kota Bandung ditunjukkan oleh Tabel 31

Tabel 31 **Nilai ODDS untuk data CO pada data Kota Bandung**

Variabel	Kecenderungan	
	Kali	%
Tahun_2000to2010	0,433	69
Tahun_up2010	0,767	57
km_20.000to40.000	-0,114	-89

Dari model regresi logistik biner maka nilai peluang variabel-variabel bebas dengan berbagai kondisi yang memenuhi syarat untuk nilai HC ( $Y=1$ ) dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada Tabel 32.

**Tabel 32 Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat di Kota Bandung**

No	Tahun Produksi	Panjang Perjalanan (km)	Peluang untuk memenuhi syarat (%) ( $Y=1$ )
1	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 20.000	85
2	Lebih Tua dari 2000	Antara 20.000 sampai 40.000	78
3	Lebih Tua dari 2000	Diatas 40.000	85
4	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 20.000	93
5	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 20.000 sampai 40.000	78
6	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 40.000	93
7	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 20.000	97
8	Lebih Muda dari 2010	Antara 20.000 sampai 40.000	95
9	Lebih Muda dari 2010	Diatas 40.000	97

### 7.3 Estimasi model berdasar data Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)

Variabel-variabel data gabungan terdiri dari gabungan data yang sama antara data Kota Yogyakarta dan data Kota Bandung. Variabel-variabel terikat dari data gabungan adalah CO dan HC dengan variabel bebas penetunya adalah produsen sepeda motor, tahun produksi dan kapasitas mesin (cc) yang jumlahnya adalah gabungan dari data kedua kota. Variabel panjang perjalanan tidak disertakan karena hanya terdapat di kota Yogyakarta saja.

#### 7.3.1 Estimasi model Variabel CO Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)

Untuk menyatakan bahwa model fit dan model adalah layak dan model dapat di-interpetasikan nilai *Hosmer and Lemeshow Test* sig. harus lebih besar dari 0,05. Nilai nilai *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada tabel 33.

**Tabel 33 Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data CO Gabungan**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	0,299	4	0,990

Keempat variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel CO karena *p-value* (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05. *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 34.

**Tabel 34 Omnibus Tests of Model Coefficients Data CO Gabungan**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	62,163	4	0,000
	Block	62,163	4	0,000
	Model	62,163	4	0,000

Variabel bebas penentu CO pada data gabungan yang tersisa (signifikan) adalah produsen sepeda motor dengan klasifikasi merk Y, Kapasitas mesin dengan klasifikasi sepeda motor dengan kapasitas mesin antara 100 cc sampai dengan 150 cc, tahun produksi sepeda motor dari tahun 2000 hingga tahun 2010 dan sepeda motor tahun produksi diatas tahun 2010 seperti ditunjukkan pada Tabel 35.

**Tabel 35 Estimasi Parameter Model Emisi CO Menggunakan Data Gabungan**

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Merk_Y	0,390	0,169	5,357	1	0,021	1,478
CC_100to150	0,301	0,142	4,515	1	0,034	1,351
Tahun_2000to2010	0,478	0,159	8,970	1	0,003	1,612
Tahun_up2010	1,350	0,269	25,212	1	0,000	3,858
Constant	0,889	0,126	49,807	1	0,000	2,434

Maka persamaan logistik biner dapat disajikan sebagai berikut:

Persamaan 6:

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(0,889+0,390(Merk\ Y)+0,301(CC100to150)+0,478(Tahun2000to2010)+1,350(Tahunup2010))}}$$

Model regresi logistik biner memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 16,4% dengan kebenaran kebenaran 83,6% dari seluruh observasi yang ada. Hasil klasifikasi data CO gabungan berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 36.

Tabel 36 Klasifikasi Data CO Gabungan Berdasarkan Model

	Observasi	Prediksi			
		CO		Persentase Kebenaran	
		0,00	1,00		
Step 1	CO	0,00	0	350	,0
		1,00	0	1788	100,0
Persentase Keseluruhan (%)					83,6

Nilai ODDS untuk variabel bebas yang signifikan terhadap nilai CO memenuhi syarat pada data gabungan ditunjukkan oleh Tabel 37

Tabel 37 Nilai ODDS untuk data CO pada data Gabungan

Variabel	Kecenderungan	
	Kali	%
Merk_Y	0,607	62
CC_100to150	0,555	64
Tahun_2000to2010	0,663	60
Tahun_up2010	1,585	38

Dari model regresi logistik biner maka nilai peluang variabel-variabel bebas dengan berbagai kondisi yang memenuhi syarat untuk nilai CO (Y=1) dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada Tabel 38.

Tabel 38 Peluang Variabel Bebas Terhadap Nilai CO Memenuhi Syarat Data Gabungan

No	Tahun Produksi	Kapasitas Mesin (cc)	Produsen Sepeda Motor	Peluang untuk memenuhi syarat (%) (Y=1)
1	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Merk H	71
2	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Merk H	80
3	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Merk H	90
4	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Merk H	76
5	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Merk H	84
6	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Merk H	93
7	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Merk H	71
8	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Merk H	87

9	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Merk H	90
10	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Merk Y	78
11	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Merk Y	85
12	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Merk Y	93
13	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Merk Y	82
14	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Merk Y	87
15	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Merk Y	94
16	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Merk Y	71
17	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Merk Y	85
18	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Merk Y	93
19	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	Merk S	71
20	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	Merk S	87
21	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	Merk S	90
22	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	Merk S	82
23	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	Merk S	84
24	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	Merk S	93
25	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150 cc	Merk S	71
26	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150 cc	Merk S	87
27	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150 cc	Merk S	90

### 7.3.2 Estimasi model Variabel HC Gabungan (Kota Bandung dan Yogyakarta)

Untuk menyatakan bahwa model fit dan model adalah layak dan model dapat diinterpretasikan nilai sig. yang harus lebih besar dari 0,05. Nilai nilai *Hosmer and Lemeshow Test* ditunjukkan pada Tabel 39.

**Tabel 39 Nilai Hosmer and Lemeshow Test Data HC Gabungan**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	0,053	2	,974

P-value (nilai sig.) lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan, yaitu sebesar 0,05 menandakan bahwa model tersebut signifikan dan berarti ketiga variabel bebas adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel HC. *Omnibus Tests of Model Coefficients* ditunjukkan pada Tabel 40.

**Tabel 40 Omnibus Tests of Model Coefficients Data Gabungan**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	171,194	3	0,000
	Block	171,194	3	0,000
	Model	171,194	3	0,000

Variabel bebas penentu HC pada data gabungan yang tersisa (signifikan) adalah kapasitas mesin dengan klasifikasi lebih dari 150 cc, tahun produksi sepeda motor dari tahun 2000 hingga tahun 2010 dan sepeda motor tahun produksi diatas tahun 2010 seperti ditunjukkan pada Tabel 41.

Tabel 41 **Estimasi Parameter Model Emisi HC Menggunakan Data Gabungan**

Variabel	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
CC_up150	1,377	0,476	8,382	1	0,004	3,963
Tahun_2000to2010	1,687	0,148	130,218	1	0,000	5,403
Tahun_up2010	2,998	0,377	63,274	1	0,000	20,041
Constant	0,593	0,118	25,443	1	0,000	1,810

Maka persamaan logistik biner dapat disajikan sebagai berikut:

Persamaan 7:

$$\hat{Y}=P(x_i)=\frac{1}{1+e^{-(0,593+1,377(ccup150)+0,900(Tahun2000to2010)+1,470(Tahunup2010)}}$$

Prediksi observasi dengan kebenaran 88% menunjukkan bahwa model regresi logistik biner yang digunakan adalah baik. Dari seluruh observasi yang ada model memiliki kesalahan dalam mengklasifikasikan hanya sebesar 12%. Hasil klasifikasi data HC gabungan berdasarkan model ditunjukkan pada Tabel 42.

Tabel 42 **Klasifikasi Data HC Gabungan Berdasarkan Model**

	Observasi	Prediksi		
		HC		Persentase Kebenaran
		0,00	1,00	
Step 1	HC 0,00	0	256	,0
	1,00	0	1882	100,0
Persentase Keseluruhan (%)				88,0

Nilai ODDS untuk variabel bebas yang signifikan terhadap nilai HC memenuhi syarat pada data gabungan ditunjukkan oleh Tabel 43.

Tabel 43 Nilai ODDS untuk data HC pada data Gabungan

Variabel	Kecenderungan	
	Kali	%
CC_up150	2,190	69
Tahun_2000to2010	2,986	75
Tahun_up2010	11,078	92

Dari model regresi logistik biner maka nilai peluang variabel-variabel bebas dengan berbagai kondisi yang memenuhi syarat untuk nilai HC ( $Y=1$ ) dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada Tabel 44.

Tabel 44 Peluang Variabel Bebas Data Gabungan Terhadap Nilai HC Memenuhi Syarat

No	Tahun Produksi	Kapasitas Mesin (cc)	Peluang untuk memenuhi syarat (%) ( $Y=1$ )
1	Lebih Tua dari 2000	Dibawah 100	64
2	Lebih Tua dari 2000	Antara 100 sampai 150	64
3	Lebih Tua dari 2000	Diatas 150	87
4	Antara 2000 Sampai 2010	Dibawah 100	91
5	Antara 2000 Sampai 2010	Antara 100 sampai 150	91
6	Antara 2000 Sampai 2010	Diatas 150	97
7	Lebih Muda dari 2010	Dibawah 100	97
8	Lebih Muda dari 2010	Antara 100 sampai 150	97
9	Lebih Muda dari 2010	Diatas 150	99

## 8. Analisis Model

Variabel-variabel yang menjadi penentu dalam pemodelan ini dapat diukur dan mempunyai suatu nilai berdasarkan besar peluangnya terhadap nilai gas buang sepeda motor yang memenuhi syarat. Hasil analisis model keseluruhan adalah sebagai berikut

1. Pada keseluruhan model variabel penentu CO dan HC didapat bahwa semakin muda tahun produksi mengindikasikan peluang terhadap gas buang CO memenuhi syarat semakin tinggi. Secara berurutan sepeda motor yang semakin tua hingga semakin muda memiliki kemungkinan memenuhi syarat mulai dari persentase terkecil hingga persentase terbesar, apabila diasumsikan klasifikasi merk dianggap sama. Sedangkan produsen sepeda motor dengan klasifikasi

merk Y memiliki peluang lebih tinggi dibanding produsen lainnya terhadap nilai CO untuk memenuhi syarat, apabila diasumsikan tahun produksinya sama.

2. Pada model variabel penentu CO dan HC dapat dianalisis bahwa sepeda motor dengan tahun produksi lebih muda dari tahun 2010 memiliki peluang paling tinggi terhadap gas buang HC yang memenuhi syarat. Sedangkan variabel kapasitas mesin dengan klasifikasi sepeda motor dengan kapasitas mesin antara 100 cc sampai dengan 150 cc memiliki peluang paling tinggi .
3. Pada model variabel CO dan HC panjang perjalanan dibawah 20.000 km atau diatas 40.000 km memiliki peluang untuk menghasilkan HC memenuhi syarat yang lebih tinggi.

## 9. Penutup

Kesimpulan yang dapat diambil dari dari hasil penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan data gabungan Bandung dan Yogyakarta, pada model variabel CO, dimana semakin baru tahun produksi atau tahun produksi yang lebih muda dari tahun 2010, sepeda motor dengan kapasitas mesin 100 cc sampai dengan 150 cc, dan sepeda motor dengan merk Y akan memiliki peluang yang lebih signifikan terhadap nilai CO yang memenuhi syarat
2. Berdasarkan data gabungan Bandung dan Yogyakarta, pada model variabel HC, dimana semakin baru tahun produksi atau tahun produksi yang lebih muda dari tahun 2010 dan sepeda motor dengan kapasitas mesin lebih dari 150 cc memiliki peluang yang lebih signifikan terhadap gas buang HC memenuhi syarat paling tinggi
3. Diperlukan regulasi terhadap umur sepeda motor yang masih dapat beroperasi, dikarenakan sepeda motor dengan tahun produksi diatas tahun 2000 yang memiliki kecenderungan yang lebih tinggi menghasilkan emisi gas buang yang memenuhi syarat. Sehingga sepeda motor dengan tahun produksi dibawah tahun 2000 direkomendasikan untuk dibatasi atau tidak dioperasikan. Sehingga pembatasan sepeda motor dapat diberlakukan dengan usia maksimal sepeda motor adalah 12 tahun. Kebijakan lain yang dapat diambil yaitu dengan mengenakan pajak sepeda motor yang lebih tinggi bagi sepeda motor dengan tahun produksi dibawah tahun 2000 sebagai kompensasi dari emisi gas buang yang dihasilkan.
4. Sepeda motor dengan kapasitas mesin antara 100 cc sampai dengan 150 cc adalah sepeda motor yang memiliki peluang gas buang CO memenuhi syarat paling tinggi. Hal ini disebabkan bahwa saat ini produksi pada rentang cc tersebut merupakan produksi sepeda motor yang mendominasi dibandingkan cc lainnya. Pengembangan teknologi baru banyak diterapkan pada sepeda motor pada rentang cc ini. Perlunya kebijakan pengembangan

teknologi untuk mengurangi emisi sepeda motor dengan cc kurang dari 100 cc dan lebih dari 150 cc

5. Produsen sepeda motor dengan klasifikasi merk Y menjadi variabel yang paling signifikan terhadap peluang emisi gas buang yang memenuhi syarat. Dari hasil wawancara merk Y memiliki teknologi untuk mengurangi emisi gas buang yaitu dengan menerapkan AIS (*Air Induction System*) Katalizer dan *Fuel Injection*. Dari referensi hasil wawancara dan analisis maka dapat diterapkan kebijakan dengan menerapkan teknologi tersebut menjadikan teknologi standar minimal untuk produksi sepeda motor baru.
6. Saat ini acuan standar emisi gas buang sepeda motor yang dikeluarkan oleh Pemerintah masih mengacu kepada standar EURO 2. Perlunya meningkatkan standar emisi yang lebih tinggi ke standar EURO 3 mengingat setiap produsen sepeda motor telah siap bermigrasi ke standard yang lebih tinggi. Sebagai pembanding standar emisi gas sepeda motor di negara-negara maju telah mencapai standar yang lebih tinggi hingga standar EURO 5.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 1996 *Introduction to categorical data analysis*. John Wiley.
- Dobson, A 2001 *An introduction to generalized linear models (second edition)*. Chapman and Hall. New York
- Field, A. 2005 *Discovering statistics using SPSS for Windows: advanced techniques for the beginner*, London: Sage.
- International Workshop on Human Health and Environmental Effects of Motor Vehicle Fuels and Their Exhaust Emissions*, Sydney, Australia, 6-10 April 1992
- McCullagh P and Nelder J.A, 1989 *Generalized linear models (second edition)*. Chapman and Hall. Boca Raton, Florida.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Lama.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*.
- Plewis, I, 1997 *Statistics in Education*, Edward Arnold. Bronx. New York
- RETA-ADB, 2001-2002, *Report Study on Air Quality in Jakarta*. Jakarta
- Satudju, Dj. 1991 *Studi perencanaan udara kendaraan bermotor di DKI Jakarta*, Jakarta.

Catatan:

---



Catatan:

---

