

PENDEKATAN MODEL DINAMIKA DARI PROGRAM BUSWAY SEBAGAI IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PENGURANGAN KEMACETAN LALU LINTAS DAN POLUSI UDARA DI JAKARTA

Bambang Sugiarto¹; Dody Darsono²

^{1,2}Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia

Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail : bangsugi@eng.ui.ac.id

Abstrak

Sistem manajemen transportasi dan tata ruang perkotaan sangat mempengaruhi pola pergerakan manusia dan kendaraan yang efeknya akan menimbulkan kemacetan lalu lintas. Dari kemacetan itu sendiri akan menghasilkan tingginya akumulasi emisi gas buang yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas udara. Pengendalian pencemaran udara melalui peningkatan sistem transportasi terfokus pada dua aspek, yaitu pengurangan volume kendaraan dan pengurangan kepadatan lalu lintas. Penggunaan model dinamik untuk keperluan analisis dan prediksi dengan berbagai variable dan sub variable yang saling terkait sudah banyak dipergunakan untuk mengkaji secara ilmiah berbagai fenomena yang ada. Hasil yang diharapkan dari studi ini adalah prediksi pengurangan laju emisi gas buang kendaraan karena adanya bus Transjakarta-Busway. prediksi Demand & Supply penggunaan bahan bakar gas bus transjakarta-busway, rekomendasi mengenai kebijakan, peraturan dan perundungan yang mendukung tercapainya program busway untuk menurunkan polusi udara serta mengatasi kemacetan di Jakarta. Dari hasil simulasi menunjukkan jika program ini dikelola dengan baik sesuai dengan regulasi secara signifikan memberikan dampak positif terhadap masalah transportasi yang terjadi di DKI Jakarta.

Kata kunci: Kemacetan, Model Dinamik, Pencemaran udara, kebijakan

I. Pendahuluan

Jakarta sebagai ibukota negara Indonesia dan juga kota metropolitan mempunyai kondisi udara yang sangat memprihatinkan. Dengan jumlah kendaraan bermotor yang lalu lalang di jalan-jalan kota Jakarta sebanyak hampir tujuh juta unit baik kendaraan pribadi seperti mobil penumpang, sepeda motor, truk atau kendaraan umum seperti bus metromini, angkot, mikrolet, bajaj dan lain sebagainya. Polusi udara yang dihasilkan oleh semua kendaraan ini telah menyumbang polusi udara sekitar 70% selain dari industri dan rumah tangga. Polutan-polutan berbahaya yang disumbangkan kendaraan bermotor seperti CO, CO₂, SO₂, NO₂, PM10 serta HC yang mencapai jutaan ton pertahun, bahkan untuk CO₂ sendiri mencapai sekitar 11juta ton/tahun [1]. Kondisi ini disebabkan karena perbandingan jumlah kendaraan pribadi dan kendaraan umum sebagai alat transportasi massal tidak seimbang, dimana kendaraan umum jumlahnya hanya sekitar 13 % dari total kendaraan dan hanya mampu mengangkut sekitar 49,3 % dari total penduduk di Jakarta yang beraktivitas menggunakan kendaraan. Sedangkan kendaraan pribadi yang jumlahnya mencapai sekitar 77 % jumlah kendaraan hanya mampu mengangkut sekitar 51,7 % saja jumlah orang yang beraktivitas dengan kendaraan di Jakarta [2]

II. Metoda Penelitian.

II.1. Pengumpulan Data

II.1.1. Pola Transportasi Jadebotabek

Rata-rata setiap penduduk Jakarta melakukan 1,68 perjalanan/orang/hari setara dengan lebih dari 15 juta perjalanan/hari (ARSDS, 1985). Total panjang jalan di DKI Jakarta kurang lebih 10% dari total panjang jalan di Jawa. Perbandingan antara panjang jalan dan total area di wilayah DKI Jakarta hanya 4%, dimana idealnya untuk kota sebesar Jakarta adalah 10 – 15 % (source PTM 2002) [6]. Pola jaringan jalan di wilayah DKI Jakarta secara umum terdiri dari sistem jaringan jalan lingkar yaitu *inner* dan *outer ring road* yang juga merupakan jaringan jalan arteri primer, jaringan radial yang melayani kawasan di luar *inner ring road* menuju kawasan

di dalam *inner ring road* dan jaringan jalan berpola *grid* di wilayah pusat kota. DKI Jakarta memiliki infrastruktur jalan sepanjang 7.600 km, atau sekitar 7 % dari luas wilayah kota [6]. Tingkat motorisasi yang terus meningkat juga mengidentifikasi diperlukannya *supply* sistem transportasi untuk menampung pertumbuhan lalu-lintas. Kondisi motorisasi baik di wilayah DKI Jakarta dan Jabotabek terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel I Komposisi Perjalanan di Jabotabek [6]

MODA	TRAVEL (PERSON/DAY)	PORTION	MOTORIZED PORTION
All	29.168.330	100%	-
Non Motorized	8.402.771	28,8%	-
Motorized	20.765.559	71,2%	100,0%
- Motocycle	2.954.512	10,1%	14,2%
- Personnal Car	6.404.503	22,0%	30,8%
- Bus	10.938.646	37,5%	52,7%
- Train	416.426	1,4%	2,0%

Arus komuter antara Jakarta dan Bodetabek diperlihatkan dalam tabel di bawah ini:

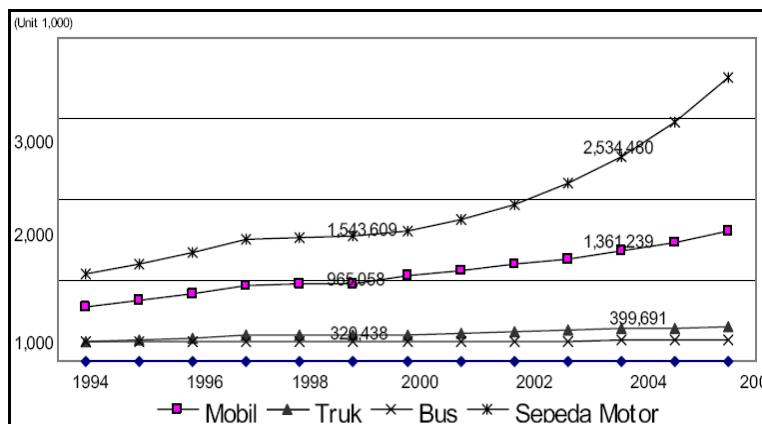
Tabel II. Pergerakan Komuter [6]

ARAH PERGERAKAN	VOLUME PERGERAKAN (KENDARAAN/HARI)	VOLUME PERGERAKAN (ORANG/HARI)
DKI Jakarta - Tangerang	412.543	1.221.079
DKI Jakarta - Bekasi	499.198	1.503.654
DKI Jakarta - Bogor/Depok	424.219	1.369.626

II.1.2. Pertumbuhan Kendaraan

Data di Direktorat Lalu Lintas Polda Metro Jaya, hingga September 2008, jumlah kendaraan bermotor DKI Jakarta mencapai 9.455.740 unit dengan perincian 2.015.108 berupa mobil penumpang, 534.823 mobil beban, 308.305 bus, dan 6.597.504 sepeda motor. Sementara itu, laju pertumbuhan sepeda motor mencapai 1.500 unit per hari dan mobil 500 unit per hari.[11]

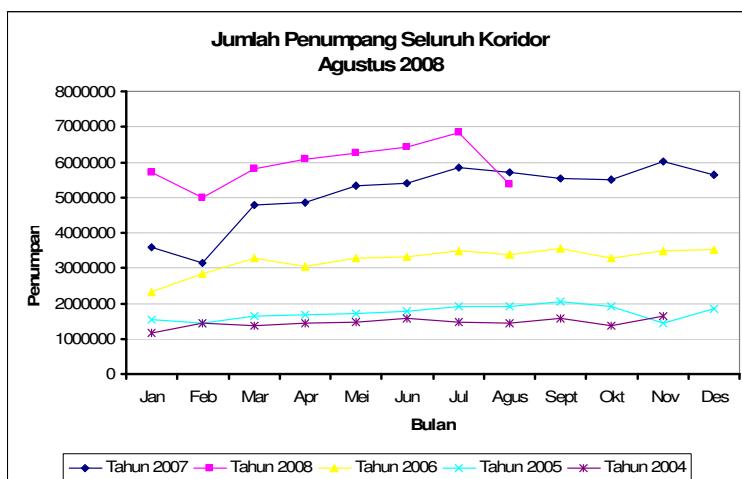
Sedangkan karakteristik pertumbuhan dan jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta sampai dengan tahun 2004 dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Grafik 1. Karakteristik Pertumbuhan dan Jumlah Kendaraan Bermotor di Jakarta

II.1.3. Program Busway

Bus Transjakarta *Busway* adalah sebuah sistem transportasi bus cepat di Jakarta. Sistem ini dimodelkan berdasarkan sistem Transmilenio yang sukses di Bogota, Kolombia. Dengan mengedepankan konsep efisiensi (*efficiency*) dan kesetaraan (*equity*) pada penerapan sistem angkutan umum, Pemerintah Daerah (Pemda) Propinsi DKI Jakarta saat ini sedang melaksanakan penerapan sistem *Bus Rapid Transit* (BRT) berbasis *busway* yang menerapkan lajur khusus eksklusif, sebagai bagian dari kebijakan Pemda yang tertuang dalam Pola Transportasi Makro (PTM) 2003 dan ditetapkan dalam SK. Gubernur Nomor 84 Tahun 2004. Grafik dibawah ini menunjukan jumlah penumpang *busway* dari koridor I tahun 2004 sampai dengan koridor VII tahun 2008.



Grafik 2.Jumlah penumpang Busway dari tahun 2004 sampai dengan agustus 2008

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Kebutuhan bahan bakar gas (BBG) bus transjakarta *busway*

Penyediaan *supply* gas untuk beroperasinya bus Transjakarta *busway* adalah tanggung jawab PT Perusahaan Gas Negara. Hal itu, tertuang dalam nota kesepahaman (*Memorandum of Understanding*, MoU) yang ditandatangani Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI dengan PT PGN pada 2005.

III.1.1 Variabel-Variabel Perhitungan Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway*

Untuk prediksi kebutuhan BBG bus Transjakarta *busway* digunakan variabel-variabel seperti yang tertera pada tabel sebagai berikut ini:

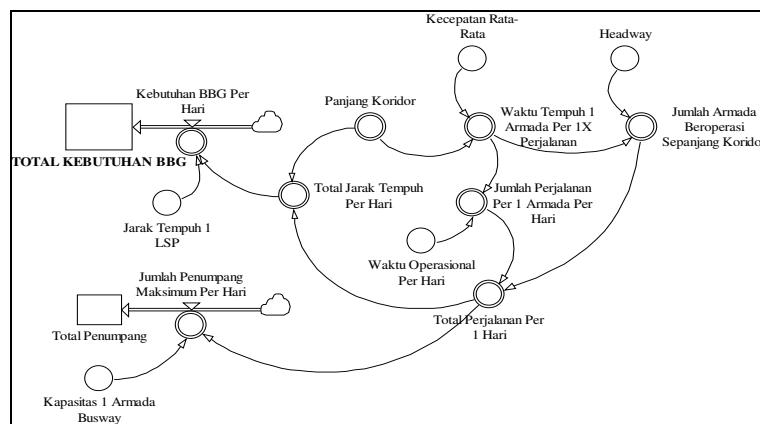
Tabel III Variabel untuk Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway*

DESKRIPSI	JARAK		ARMADA	
Koridor I Blok M – Kota	12,9	km	91	unit
Koridor II Pulo Gadung – Harmoni	14,3	km	61	unit
Koridor III Harmoni – Kalideres	18,7	km	75	unit
Koridor IV Pulo Gadung – Dukuh Atas	12,2	km	45	unit
Koridor V Kampung Melayu – Ancol	13,3	km	30	unit
Koridor VI Ragunan – Halimun	13,15	km	34	unit
Koridor VII Kampung Rambutan – Kampung Melayu	12,6	km	85	unit
Koridor IX Cililitan – Pluit	22,59	km	71	unit
Koridor X Cililitan – Tanjung Priok	18,96	km	60	unit
Koridor XI Ciledug – Blok M	13,22	km	42	unit
Koridor XII Kali Malang – Blok M	22,29	km	70	unit
Koridor XIII Depok – Manggarai	21,48	km	68	unit
Koridor XIV Pulo Gebang – Kampung Melayu	11,70	km	38	unit
Koridor XV Koridor Lingkar	42,31	km	131	unit
Kecepatan Maksimum	50	km/jam		
Headway Rata-Rata Ideal	5 – 10	menit		
Kecepatan Rata-Rata Ideal	25 – 30	km/jam		
Lama Operasi (05.00 – 22.00)	17	jam		
Waktu Pemberhentian	0	menit (diabaikan)		
Jarak Tempuh 1 LSP	1,5	km		
Kapasitas Armada	85	orang		

Diolah dari berbagai sumber

III.1.2 Model Dinamik Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway*

Pemodelan dinamik untuk memprediksi kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway* tidak mengikutsertakan armada dari koridor I karena armada tersebut masih menggunakan bahan bakar Bio Solar bukan BBG.



Gambar 3.1 Model Dinamik Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway*

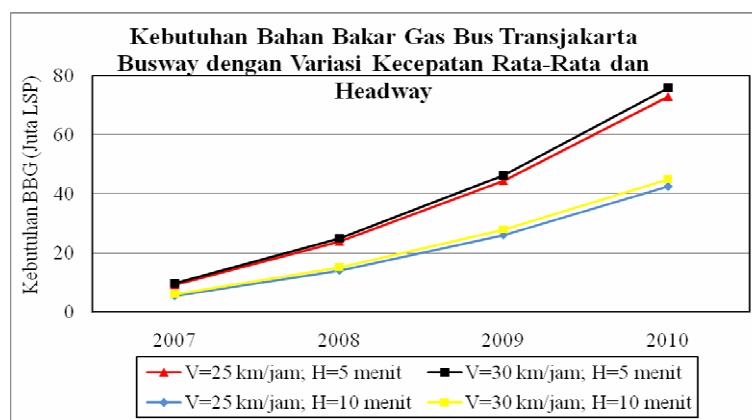
Dari model dinamik di atas, ada tiga variabel bebas yang nilainya dapat di ubah untuk simulasi skenario, yaitu: Waktu Operasional Per Hari, Kecepatan Rata-Rata, dan Headway. Skenario yang ditampilkan di sini adalah skenario kondisi ideal. Pemodelan di atas juga meniadakan jumlah armada per koridor, karena pada simulasi ini yang prediksi berdasarkan panjang masing-masing koridor terhadap: Waktu Operasional Per Hari, Kecepatan Rata-Rata, dan Headway.

Maka prediksi kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway* tersebut dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel IV Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway* dengan Variasi Kecepatan dan *Headway*

TAHUN	KEBUTUHAN BBG (LSP)			
	Kecepatan Rata-Rata (km/jam)			
	<i>Headway</i> = 5 menit		<i>Headway</i> = 10 menit	
	25	30	25	30
2007	9.332.480	9.797.062	5.476.928	6.123.224
2008	23.964.465	24.987.847	14.011.895	15.190.014
2009	44.503.239	46.314.673	26.009.555	27.937.048
2010	73.004.316	75.910.983	42.498.593	45.063.556

Data hasil simulasi Power Sim



Grafik 3. Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta *Busway* dengan Variasi Kecepatan Rata-Rata dan *Headway*

Dari hasil simulasi model dinamik di atas dapat diketahui bahwa kebutuhan BBG maksimum untuk beroperasinya bus Transjakarta *Busway* koridor II s.d XV terjadi pada kecepatan rata-rata 30 km/jam dan *headway* 5 menit yaitu sebesar 75.910.983 LSP. Sedangkan kebutuhan BBG minimum terjadi pada kecepatan 25 km/jam dan *headway* 10 menit yaitu sebesar 42.498.593 LSP

III.2 TINGKAT EMISI KENDARAAN BERMOTOR

III.2.1 Variabel-Variabel Prediksi Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor

Prediksi berapa besar tingkat pertambahan emisi kendaraan bermotor dengan beroperasinya Program BRT berbasis *Busway* s.d. tahun 2010 ini dilakukan dengan menggunakan simulasi model dinamik *Power Simulator* dengan memperhitungkan variabel-variabel seperti tabel di bawah ini :

Tabel V Variabel untuk Prediksi Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor setelah Beroperasinya Program BRT Berbasis *Busway*

DESKRIPSI	JUMLAH
Jumlah Penduduk Jakarta s.d Oktober 2006	7.550.285 orang
Tingkat Pertambahan Penduduk tahun 2006	1,29 %
Prediksi Jumlah Penduduk Jakarta tahun 2007	7.664.774 orang
Prediksi Jumlah Kendaraan Pribadi Tahun 2007	2.249.174 unit
Tingkat Pertambahan Kendaraan Pribadi Tahun 2007	8,5 %
Tingkat Kepemilikan Kendaraan Pribadi	20 %
Kapasitas Kendaraan Pribadi	3 orang
Konsumsi BBM Bensin Per 1 Kendaraan Pribadi	0,583 kLiter
Jumlah Penduduk Melakukan Perjalanan Dari-Ke Jakarta	1.300.000 orang
Persentase Penduduk Menggunakan Busway Per Hari	3 %
Tingkat Peralihan Pengguna Kendaraan Pribadi Ke Busway Tahun 2006	21 %
Jumlah Armada Bus Transjakarta Busway ber BBG (Koridor II – VII)	423 unit
Jumlah Armada Bus Transjakarta Busway ber BBG (Koridor II – XV) s.d. Tahun 2010	893 unit
Konsumsi BBG 1 Armada Bus Transjakarta Busway	250 LSP
1 LSP (BBG)	1,0547 m ³
Tingkat Pertambahan Armada Transjakarta Busway	24,89 %
Jumlah Sepeda Motor Tahun 2007	6.839.032 unit
Tingkat Pertambahan Sepeda Motor Tahun 2007	19 %
Jumlah Bus Umum Tahun 2007	541.780 unit
Tingkat Pertambahan Bus Umum Tahun 2007	11 %
Jumlah Truk Tahun 2007	558.554 unit
Tingkat Pertambahan Truk Tahun 2007	5 %
Jumlah Bus Feeder tahun 2007	114 unit
Prediksi Jumlah Bus Feeder tahun 2010	4000 unit
Konsumsi BBM Solar 1 Bus Feeder	1,924 kLiter
Tingkat Pertambahan Konsumsi BBM Solar & Bensin	5,2 %
Faktor Polutan BBM Solar, Bensin, dan BBG (sesuai tabel 4.4 Perbandingan Emisi Bensin, Solar dan BBG halaman 50)	

Sumber: Diolah dari berbagai sumber

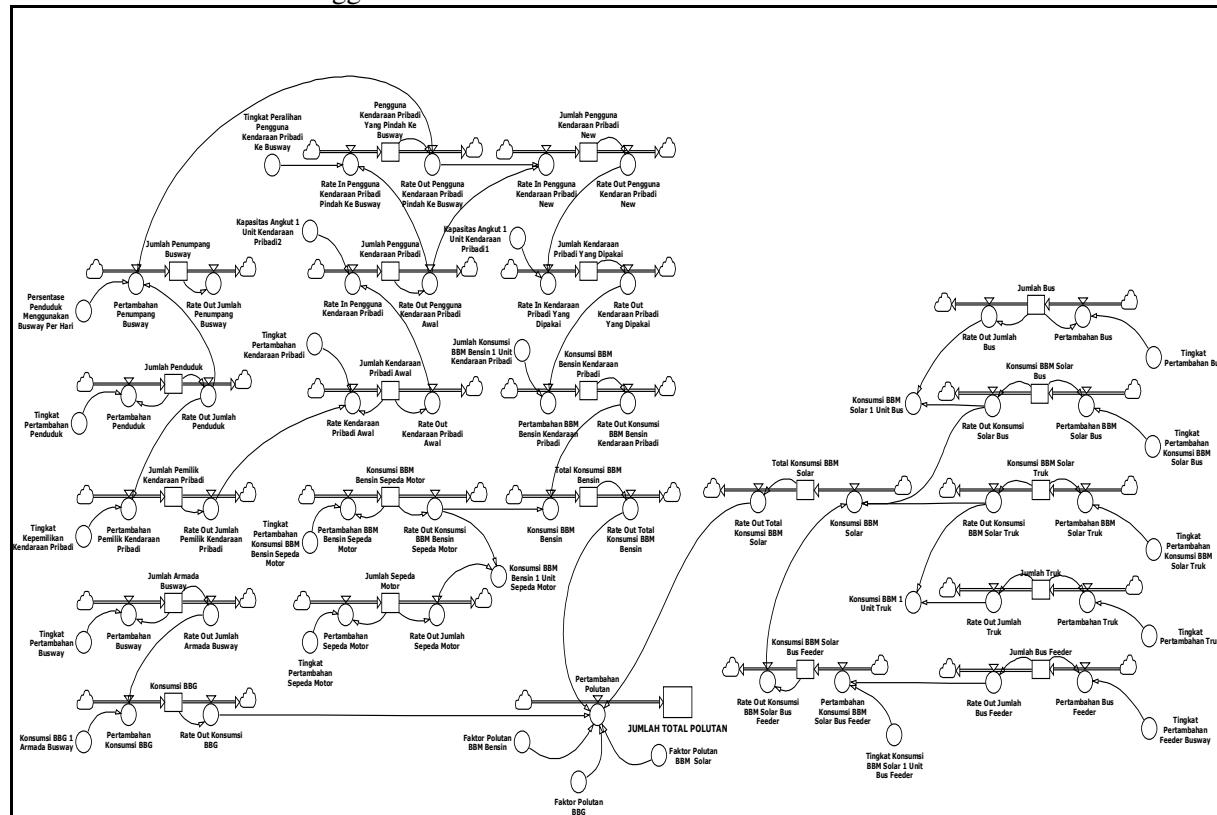
Untuk perbandingan emisi kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin, solar atau BBG dapat dilihat tabel berikut :

Tabel VI. Perbandingan Emisi Bensin, Solar dan BBG [9]

POLUTAN	BENSIN (kg/ton)	SOLAR (kg/ton)	BBG (kg/ton)
PM ₁₀	2	0,017	0,008
SO ₂	0,54	3,6	0,027
HC	14,5	0,42	0,38
NO _x	10,3	3,35	3,01
CO	377	0,63	0,34
CO ₂	3150	3136,5	1879,4

III.2.2 Model Dinamik Prediksi Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor

Pemodelan dinamik untuk memprediksi tingkat pertambahan emisi kendaraan bermotor setelah beroperasinya Program BRT berbasis Busway tidak mengikutsertakan armada dari koridor I karena armada tersebut masih menggunakan bahan bakar Bio Solar bukan BBG.



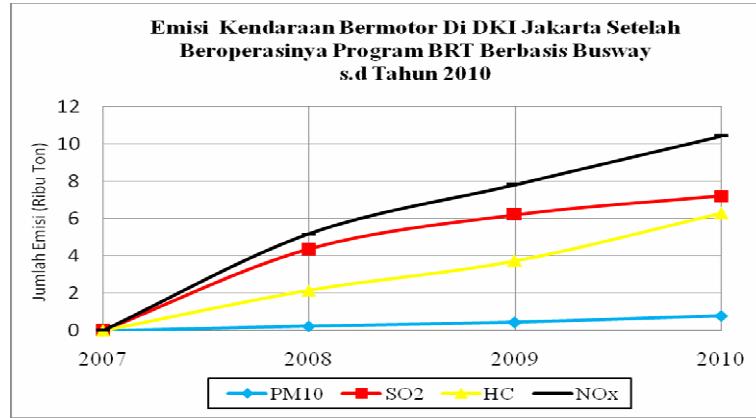
Gambar 3.2 Model Dinamik Prediksi Kebutuhan BBG Bus Transjakarta Busway

Berdasarkan variabel-variabel di atas, maka dapat diprediksi tingkat pertambahan emisi kendaraan bermotor yang dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel VII. Prediksi Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraaan Bermotor Setelah Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway s.d. Tahun 2010

EMISI	JUMLAH (Ton)			
	Tahun			
	2007	2008	2009	2010
PM ₁₀	0	247	446	789
SO ₂	0	4.356	6.215	7.215
HC	0	2.148	3.737	6.299
NO _x	0	5.166	7.827	10.417
CO	0	43.566	79.707	143.722
CO ₂	0	4.099.381	5.973.845	7.299.082
Jumlah	0	4.154.864	6.071.777	7.467.524

Data hasil simulasi Power Simulator



Grafik 4. Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta Setelah Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway s.d Tahun 2010

III.2.3 Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor Sebelum Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway

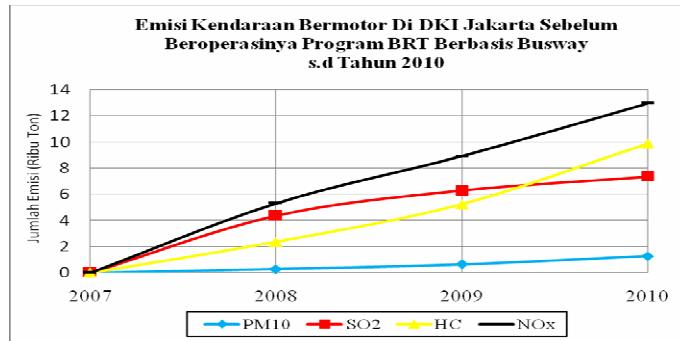
Prediksi berapa besar tingkat pertambahan emisi gas buang kendaraan bermotor sebelum beroperasinya Program BRT berbasis *Busway* s.d. tahun 2010 juga dapat dilakukan dengan variabel-variabel yang sama seperti yang terdapat pada Tabel 4.3 dengan menghilangkan variabel-variabel yang berkaitan dengan Bus Transjakarta *Busway*, Bus *Feeder* dan BBG.

Berdasarkan variabel-variabel di atas, maka dapat diprediksi tingkat pertambahan emisi kendaraan bermotor sebelum beroperasinya program BRT berbasis *busway* s.d. tahun 2010 yang dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel VIII. Prediksi Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor Sebelum Beroperasinya Program BRT Berbasis *Busway* s.d. Tahun 2010

EMISI	JUMLAH (Ton)			
	Tahun			
	2007	2008	2009	2010
PM ₁₀	0	278	655	1282
SO ₂	0	4.364	6.270	7.343
HC	0	2.373	5.249	9.875
NO _x	0	5.325	8.900	12.953
CO	0	49.414	119.035	236.713
CO ₂	0	4.147.892	6.301.078	8.071.620
Jumlah	0	4.209.646	6.441.187	8.339.786

Data hasil simulasi Power Simulator



Grafik 5. Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta Sebelum Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway s.d Tahun 2010

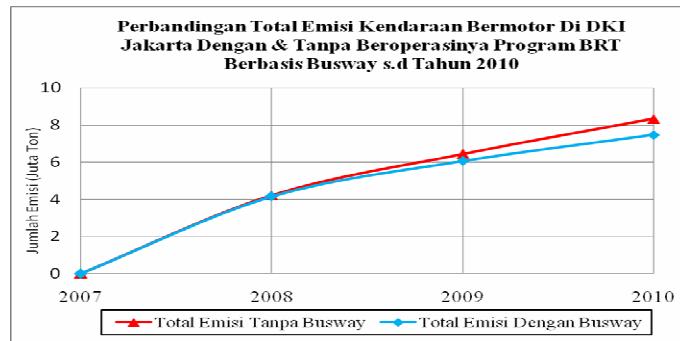
III.2.4 Perbandingan Tingkat Pertambahan Emisi Kendaraan Bermotor Tanpa dan Dengan Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway

Perbandingan tingkat pertambahan emisi kendaraan bermotor tanpa dan dengan beroperasinya Program BRT berbasis *busway* dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

Tabel IX Perbandingan Emisi Kendaraan Bermotor Tanpa dan Dengan Program BRT Berbasis Busway s.d. Tahun 2010

	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010
PM ₁₀	0	0	278	247	655	446	1282	789
SO ₂	0	0	4.364	4.356	6.270	6.215	7.343	7.215
HC	0	0	2.373	2.148	5.249	3.737	9.875	6.299
NO _x	0	0	5.325	5.166	8.900	7.827	12.953	10.417
CO	0	0	49.414	43.566	119.035	79.707	236.713	143.722
CO ₂	0	0	4.147.892	4.099.381	6.301.078	5.973.845	8.071.620	7.299.082
Jumlah	0	0	4.209.646	4.154.864	6.441.187	6.071.777	8.339.786	7.467.524

Tanpa Program BRT berbasis busway
Dengan Program BRT berbasis busway



Grafik 6. Perbandingan Total Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta Dengan dan Tanpa Beroperasinya Program BRT Berbasis Busway s.d. Tahun 2010

Selisih antara total emisi tanpa dan dengan program BRT berbasis *busway* adalah $8.339.786 - 7.467.524 = 872.262$ (ton). Maka penurunan tingkat emisi dengan beroperasinya program BRT berbasis *busway* s.d 2010 adalah 10,5%

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa ditarik dari penelitian sebagai berikut:

1. Dengan adanya program Bus Rapid Transit dengan Busway menggunakan BBG polusi yang ditimbulkan bisa dikurangi secara bertahap dari simulasi diperoleh nilai penurunan tingkat emisi mencapai kisaran 10.5%.
2. Laju pertumbuhan pengguna busway dari tahun-ketahun meningkat seiring bertambahnya jumlah koridor busway.
3. Sudah saatnya pemda DKI Jakarta menerapkan kebijakan yang bisa mendorong para pengguna kendaraan pribadi berpindah ke BRT.
4. Pengelolaan busway sebaiknya dilakukan oleh swasta karena diharapkan bisa lebih optimal dalam pelayanan.

V.Daftar Pustaka.

- “Udara Jakarta Terburuk Ketiga di Dunia,” 8 Januari 2007 <http://udarakota.bappenas.go.id>
- “Biar Bopeng Dan Kejam, Jakarta Tetap Magnet,” Kompas, 18 Juni 2005
- “Selamat Datang Di Kota Polusi,” 2006, <http://www.keluargasehat.com>
- Strategi dan Rencana aksi Lokal (LSAP) DKI Jakarta, Status Draft Final, (Jakarta: Urban Air Quality Improvement Sector Development Program, UAQ-I SDP, 31 Oktober 2006).
- Driejana, Pemantauan Dan Pengelolaan Kualitas Udara, UAQ-i, Urban Air Quality Improvement Sector Development Program (TA 4361) hal 3
- Fauzy Ammari, *Transport and Traffic (Bahasa Indonesia Version)*, Draft Working Paper, (Jakarta: Urban Air Quality Improvement Sector Development Program, UAQ-I SDP, 29 Juli 2005).
- Pencemaran Udara, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi DKI Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- Bahan Bakar Gas, Pertamina <http://www.pertamina.com>
- Suryana, Penggunaan Power Simulation untuk Perhitungan Kebutuhan BBG Busway dan Pengurangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tahun 2010, Skripsi, Juni 2006, hal.17
- Gas Alam Terkompresi, Wikipedia
http://id.wikipedia.org/wiki/Gas_alam_terkompresi
- “Peningkatan Jumlah Motor di Jakarta Terlalu Tinggi” Kompas.com, Jumat, 15 September 2008

Lampiran

