

ANALISIS BEBAN EMISI UDARA PRIMER DI PROVINSI BANGKA BELITUNG

(Analysis of Primary Air Emissions Load at Bangka Belitung Province)

Elviana^{1*}, Arief Sabdo Yuwono², Yudi Chadirin³

^{1,2,3} Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jl. Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga, PO BOX 220, Bogor, Jawa Barat Indonesia

Penulis korespondensi: Elviana. Email: elviana.stp@gmail.com

Diterima: 7 Februari 2016

Disetujui: 18 Juli 2016

ABSTRACT

Increased economic growth affects the consumption of fossil fuels from various sectors. It causes changes in air quality. The first step in mitigating air quality is inventory of emissions. This research aims to quantify emissions load in the province of Bangka Belitung and reduction strategies that can be used by the Government of the province of Bangka Belitung. The load of emissions of sulfur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), and particulate matter (PM₁₀) is the primary air pollutants dangerous to be inventoried. The required data are obtained from the secondary data collection from the Department authorized. These data were calculated using the program Global Atmospheric Pollution version 5.0 released by the Stockholm Environment Institute and the Centre for International Climate and Environmental Research in Oslo. The average load of SO₂ emission Bangka Belitung province of 6,045.89 tons/year and the largest contributor came from the industrial sector (41.43%). Load of NO_x emissions by 16,324.84 tons/year, CO amounted to 75,639.01 tons/year, and PM₁₀ amounted to 2,750.66 tons/year. The transportation sector is the largest contributor of load NO_x emissions (62.11%), CO (96.58%), and PM₁₀ (79.93%). The largest contributor of load of emissions SO₂, NO_x, CO, and PM₁₀ in Bangka Belitung is Bangka. Bangka Belitung Provincial Government planned several strategies to reduce the load of emissions include smart driving, energy audit, centralized power plants, and the conversion of kerosene to LPG in the domestic sector. With the implementation of this strategy is expected to reduce emissions load by 30%.

Key words: Bangka Belitung Province, emissions load, mitigation

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi di suatu wilayah ditandai dengan pembangunan fisik dan pendirian pusat-pusat industri. Hal ini memicu pergerakan penduduk sehingga menyebabkan peningkatan aktivitas manusia. Peningkatan aktivitas manusia memicu peningkatan moda transportasi. Tingginya aktivitas industri, domestik, dan transportasi menghasilkan emisi yang cukup tinggi sehingga meningkatkan masalah lingkungan, salah satunya adalah polusi udara.

Menurunnya kualitas lingkungan dapat diduga dari tingginya konsumsi bahan bakar. Di Negara-negara berkembang, penyumbang emisi terbesarnya berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (Christian *et al.* 2010). Penggunaan bahan bakar minyak didominasi oleh sektor transportasi sebesar 55%, diikuti oleh sektor rumah tangga sebesar 19%, industri sebesar 14%, dan listrik sebesar 12% (BPS 2007 dalam Mandra 2013). Sektor transportasi berkontribusi paling tinggi terhadap penurunan kualitas udara di berbagai kota-kota besar di dunia (Tietenberg 2003).

Proses pembakaran bahan bakar minyak akan menghasilkan pencemar-pencemar ke udara, seperti PM, CO), HC, NO_x, SO₂), dan O₃ (Kementerian Lingkungan Hidup 2013). Apabila kadar dari pencemar-pencemar tersebut melebihi baku mutu dan lama-kelamaan terakumulasi, akan mengganggu kualitas lingkungan dan kesehatan manusia. Beberapa penelitian menyatakan bahwa polusi udara mungkin berdampak akut terhadap kesehatan manusia terutama terhadap orang yang sudah tua, anak kecil, dan kaum minoritas (Swartz 1994 dalam Sovacool BK dan Brown MA 2010).

Mengidentifikasi dan memperkirakan jumlah beban pencemar merupakan langkah pertama dalam pengelolaan kualitas udara. Langkah tersebut dikenal dengan istilah inventarisasi emisi. Inventarisasi emisi adalah pencatatan secara komprehensif tentang jumlah pencemar udara dari sumber-sumber pencemar udara dalam

suatu wilayah dan periode tertentu (Kementerian Lingkungan Hidup 2013). Inventarisasi emisi dibutuhkan untuk mengatasi peningkatan polusi udara di suatu kawasan administrasi (Zheng *et al.* 2009). Penelitian ini bertujuan menghitung beban emisi SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀ Wilayah Provinsi Bangka Belitung, menghitung kontribusi masing-masing kota/kabupaten terhadap beban emisi Provinsi Bangka Belitung, dan mempelajari strategi pengurangan emisi dan dampaknya terhadap besarnya beban emisi.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Bangka Belitung. Provinsi Bangka Belitung memiliki 7 wilayah administratif, meliputi Kota Pangkalpinang, Kabupaten Bangka, Kabupaten Bangka Tengah, Kabupaten Bangka Selatan, Kabupaten Bangka Barat, Kabupaten Belitung,

Tabel 1 Data yang diperlukan dalam perhitungan

No.	Aktivitas	Data yang dibutuhkan	Jenis bahan bakar	Sumber data
1	Sektor pembangkit listrik	Jumlah bahan bakar	Solar, batubara	PLN
2	Sektor industri	Jenis industri dan kebutuhan bahan bakar	Bensin, Minyak tanah, Solar, LPG, Gas alam, Batubara	BPS
3	Sektor transportasi	Jumlah bahan bakar yang terjual di SPBU	Bensin, Solar	Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)
4	Sektor domestik	Jumlah bahan bakar	Minyak tanah, LPG	Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)
5	Sektor pertanian dan peternakan	Jumlah luasan pertanian, produktivitas hasil pertanian, jumlah penggunaan pupuk, dan jumlah ternak		Dinas Pertanian Provinsi
6	Sektor persampahan	Jumlah penduduk, estimasi timbulan sampah, estimasi fraksi sampah, estimasi fraksi penduduk desa dan kota		BPS BLHD Provinsi Dinas Pertamanan dan Kebersihan

Sumber: Data sekunder (2014)

Kabupaten Belitung Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2014. Tahapan penelitian ini melalui tiga tahap yaitu pengumpulan data sekunder, perhitungan beban emisi, dan analisis beban emisi. Data yang digunakan dalam analisis ini berupa data sekunder selama 3 tahun (2010–2012). Data-data yang diperlukan untuk menghitung beban emisi dapat dilihat pada Tabel 1.

Perhitungan beban emisi yang dilakukan menggunakan tier satu (emisi dihitung berdasarkan jumlah bahan-bahan penghasil emisi dikalikan faktor emisi standar). Beban emisi dihitung menggunakan program GAP yang dikeluarkan oleh *Stockholm Environment Institute* dan *Centre for International Climate and Environmental Research-Oslo* bekerjasama dengan ahli udara dari Brazil, China, India, dan Malawi sebagai bagian dari program *Regional Air Pollution in Developing Countries (RAPIDC)*. Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung setiap beban emisi dari semua aktivitas adalah faktor emisi dari US EPA dan IPCC. Persamaan umum untuk menghitung emisi polutan x berdasarkan US EPA adalah:

$$Emisi_x = A \times EF \times (1 - ER/100) \quad (1)$$

Di mana:

A : *Activity rate*

EF : *Emission factor* (faktor emisi)

ER : Efisiensi reduksi emisi (m³/tahun; digunakan jika dalam suatu aktivitas terdapat teknologi reduksi emisi)

Estimasi konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan data statistik penggunaan energi dan dinyatakan dalam satuan Tera Joule (TJ). Data konsumsi bahan bakar pertama-tama dikonversi ke dalam bentuk energi yang dihasilkan dari masing-masing jenis bahan bakar menggunakan *calorific value*. Pada

perhitungan ini digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Emisi_x = \sum(Konsumsi_{bahan\ bakar} \times Faktoremissi_x) \quad (2)$$

Di mana:

Emisi x: Jumlah polutan x yang diemisikan oleh suatu jenis bahan bakar (ton x/tahun)

Konsumsi bahan bakar: Jumlah bahan bakar yang dibakar (TJ/tahun)

Faktor emisi_x: Faktor emisi polutan x untuk jenis bahan bakar tersebut (kg gas/TJ) (3)

Setelah diperoleh beban emisi dari setiap sektor, kemudian dihitung beban emisi dari setiap kabupaten. Berdasarkan Permen LH Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah, beban emisi suatu wilayah dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beban emisi total}_x = & \sum \text{BE Pembangkit listrik}_x + \\ & \sum \text{BE transportasi}_x + \sum \text{BE industri}_x + \\ & \sum \text{BE domestik}_x + \sum \text{BE pertanian}_x + \\ & \sum \text{BE sampah}_x \end{aligned} \quad (4)$$

Di mana:

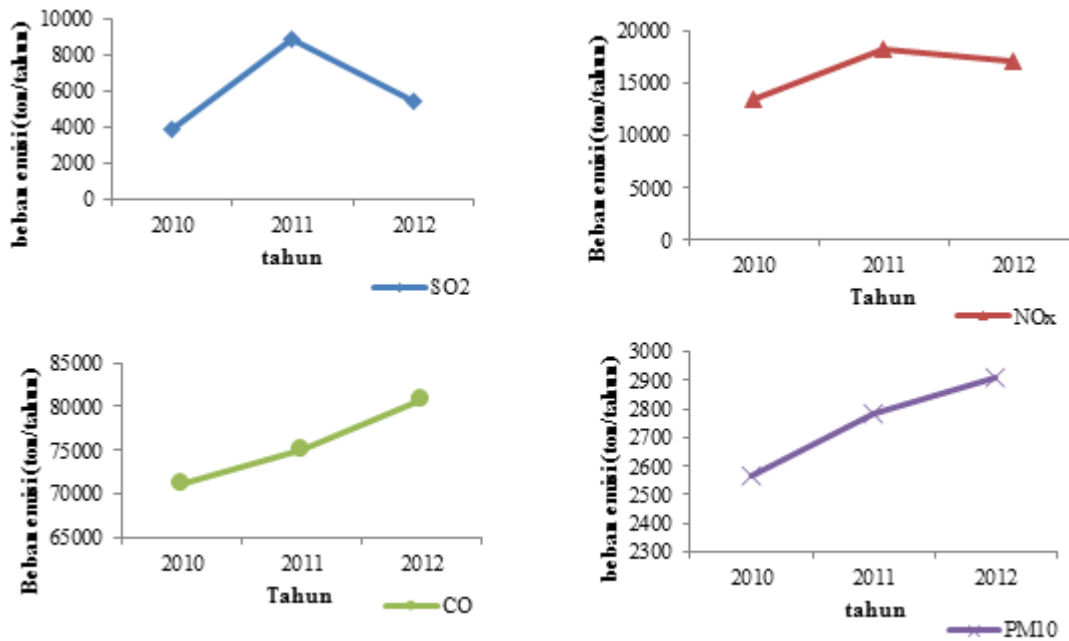
BE : Beban emisi setiap sektor polutan x (ton/tahun)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantifikasi Beban Emisi Provinsi Bangka Belitung

Berdasarkan perhitungan diperoleh rata-rata beban emisi SO₂ dari tahun 2010 sampai dengan 2012 di Provinsi Bangka Belitung sebesar 6,045.89 ton/tahun, beban emisi NO_x sebesar 16,324.84 ton/tahun, beban emisi CO sebesar 75,639.01 ton/tahun, dan PM₁₀ sebesar 2,750.66 ton/tahun.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa pada tahun 2012 terjadi penurunan



Gambar 1 Beban emisi SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀ Provinsi Bangka Belitung tahun 2010-2012

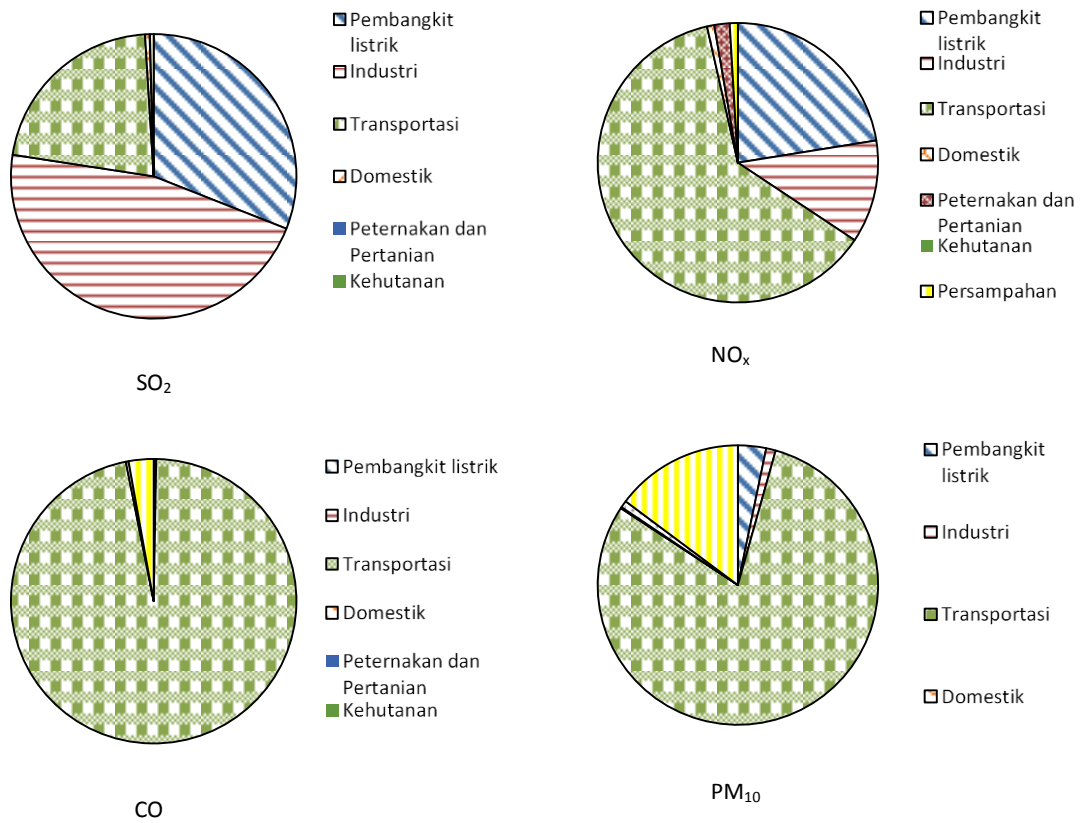
beban emisi SO₂ sebesar 38%. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan produktivitas industri sebesar 40% (Bangka Belitung Dalam Angka 2013).

Karakteristik Beban Emisi di Provinsi Bangka Belitung

Sektor industri merupakan penyumbang terbesar beban emisi SO₂ sebesar 41.43%, pembangkit listrik sebesar 31%, transportasi sebesar 21.6%, domestik sebesar 0.5%, persampahan sebesar 0.42%, serta peternakan dan pertanian sebesar 0.04%. Sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar beban emisi NO_x sebesar 62.11%, pembangkit listrik sebesar 22.46%, industri sebesar 11.9%, dan peternakan dan pertanian sebesar 1.77%, persampahan sebesar 0.93%, dan domestik sebesar 0.84%. Sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar beban emisi CO sebesar 96.58%, persampahan sebesar 2.82%, domestik sebesar 0.31%, industri sebesar 0.17%, pembangkit listrik sebesar 11.9%. Sektor transportasi juga merupakan penyumbang terbesar beban emisi PM₁₀ sebesar 79.93%, persampahan

Beban emisi NO_x pada tahun 2012 juga mengalami penurunan sebesar 5.9% disebabkan penurunan produktivitas industri.

sebesar 14.77%, pembangkit listrik sebesar 3.25%, industri sebesar 1.1%, dan peternakan dan pertanian sebesar 0.81%, dan domestik sebesar 0.14%. Karakteristik beban emisi di Provinsi Bangka Belitung dapat dilihat pada Gambar 2. Beban emisi SO₂ dihasilkan dari pembakaran batubara dan bahan bakar fosil. Berdasarkan data yang diperoleh, kebutuhan rata-rata per tahun batubara sektor industri mencapai 50,068,889 kg/tahun dan solar sebesar 111,364,323 liter/tahun. Sektor pembangkit listrik merupakan penyumbang besar beban emisi SO₂ kedua setelah sektor industri membutuhkan solar sekitar 111,972,429.8 liter/tahun. Kebutuhan solar pada pembangkit tenaga listrik lebih besar daripada sektor industri. Namun, pada sektor industri juga menggunakan batubara untuk aktivitasnya. Cahyono (2011) melakukan penelitian inventarisasi beban emisi di Jawa Tengah dan diperoleh hasil bahwa sektor industri juga berkontribusi paling



Gambar 2 Persentase karakteristik beban emisi udara primer di Provinsi Bangka Belitung

besar untuk beban emisi SO₂ dibandingkan dengan sektor lainnya sebesar 32%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Japan International Cooperation Agency (JICA)* bahwa sektor transportasi diperkirakan menyumbang 70% pencemaran udara di daerah perkotaan (JICA 1997). Besarnya beban emisi di sektor transportasi berbanding lurus dengan jumlah kendaraan. Jumlah kendaraan berbanding lurus dengan jumlah bahan bakar yang digunakan. Vijayan *et al.* (2008) menyatakan bahwa umur mesin, pemeliharaan mesin, dan teknologi yang digunakan memengaruhi emisi gas buang.

Sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar beban emisi NO_x, CO, dan PM₁₀ di Provinsi Bangka Belitung. Berdasarkan data penjualan

BBM di SPBU Provinsi Bangka Belitung, diketahui bahan bakar bensin dan solar meningkat sebesar 9.4%/tahun dan 5.2%/tahun. Hodijah *et al.* (2014) menyatakan bahwa kendaraan berbahan bakar bensin akan menghasilkan CO lebih banyak dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar solar. Kontribusi utama beban emisi CO dan PM₁₀ adalah sepeda motor, sementara beban emisi NO_x adalah sedan/van, dan beban emisi SO₂ adalah truk (Hodijah *et al.* 2014).

Kontribusi Setiap Wilayah terhadap Beban Emisi Provinsi

Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa inventarisasi emisi udara dilakukan pada daerah tingkat satu (provinsi). Berdasarkan peraturan tersebut, inventarisasi untuk setiap kabupaten/kota

tidak dilakukan. Pada kenyataannya, aktivitas-aktivitas yang menimbulkan emisi dilakukan di kabupaten dan kota. Kontribusi beban emisi setiap wilayah administratif Provinsi Bangka Belitung dapat dilihat pada Tabel 2.

Kabupaten Bangka lebih besar (22%) dibandingkan dengan wilayah administratif lainnya dengan laju pertambahan penduduk sebesar 3.14% (Bappeda 2013).

Kabupaten Bangka menyumbang

Tabel 2 Kontribusi beban emisi setiap wilayah administratif Provinsi Bangka Belitung

Wilayah Administratif	Beban Emisi (ton/tahun)			
	SO ₂	NO _x	CO	PM10
Pangkalpinang	1,580.55	2,536.01	12,071.56	402.77
Bangka	2,389.49	5,432.83	16,572.18	631.38
Bangka Tengah	609.52	2,186.32	14,067.72	456.45
Bangka Barat	419.22	1,904.44	11,306.34	408.33
Bangka Selatan	191.47	1,192.73	7,238.62	290.82
Belitung	652.2	2,052.65	7,999.49	324.88
Belitung Timur	203.43	1,019.86	6,383.10	236.04

Berdasarkan perhitungan selama tahun 2010–2012 Kabupaten Bangka menyumbang emisi paling besar terhadap beban emisi provinsi Bangka Belitung untuk polutan SO₂, NO_x, CO, dan PM10. Kabupaten Bangka menyumbang beban emisi SO₂ sebesar 39.52%, diikuti Kota Pangkalpinang sebesar 26.14%, Kabupaten Belitung sebesar 10.79%, Kabupaten Bangka Tengah sebesar 10.08, Kabupaten Bangka Barat sebesar 6.93%, Kabupaten Belitung Timur sebesar 3.36%, dan Kabupaten Bangka Selatan sebesar 3.17%. Sektor industri merupakan kontributor utama untuk beban emisi SO₂. Berdasarkan data konsumsi bahan bakar di sektor industri, Kota Pangkalpinang menggunakan batubara dan bahan bakar fosil lebih banyak (35–50%) dibandingkan Kabupaten Bangka. Namun, Kota Pangkalpinang tidak memiliki pembangkit tenaga listrik. Kebutuhan listriknya disokong oleh Kabupaten Bangka. Sektor pembangkit tenaga listrik merupakan kontributor besar beban emisi SO₂ kedua setelah sektor industri. Selain itu, jumlah penduduk

beban emisi CO sebesar 33.28%, diikuti oleh Kota Pangkalpinang sebesar 15.53%, Kabupaten Bangka Tengah sebesar 13.39%, Kabupaten Belitung sebesar 12.57%, Kabupaten Bangka Barat sebesar 11.67%, Kabupaten Bangka Selatan sebesar 7.31%, dan Kabupaten Belitung Timur sebesar 6.25%. Hal ini disebabkan tingginya konsumsi bahan bakar sektor transportasi Kabupaten Bangka sebesar 21% kemudian diikuti oleh Kota Pangkalpinang sebesar 14–16%. Kabupaten Bangka menyumbang beban emisi NO_x sebesar 21.91%, diikuti oleh Bangka Tengah sebesar 18.60%, Kota Pangkalpinang sebesar 15.96%, Kabupaten Bangka Barat sebesar 14.95%, Kabupaten Belitung sebesar 10.58%, Kabupaten Bangka Selatan sebesar 9.57%, dan Kabupaten Belitung Timur sebesar 8.44%.

Beban emisi NO_x Kabupaten Bangka Tengah lebih tinggi dibandingkan dengan Kota Pangkalpinang. Hal ini disebabkan adanya beban emisi NO_x yang dihasilkan dari sektor pembangkit tenaga listrik. Selain itu, luasan lahan pertanian di

Kabupaten Bangka Tengah lebih besardibandingkan dengan Kota Pangkalpinang. Pada tahun 2012 lahan di Kabupaten Bangka Tengah yang ditanami seluas 1,188 ha sedangkan Kota Pangkalpinang hanya 71 ha. Kabupaten Bangka menyumbang beban emisi PM10 sebesar 22.95%, diikuti oleh Bangka Tengah sebesar 16.59%, Kabupaten Bangka Barat sebesar 14.84%, Kota Pangkalpinang sebesar 14.64%, Kabupaten Belitung sebesar 11.81%, Kabupaten Bangka Selatan sebesar 10.57%, dan Kabupaten Belitung Timur sebesar 8.58%.

Beban emisi PM10 dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, penggunaan pupuk, dan pembakaran sisa hasil pertanian. Konsumsi bahan bakar di Kabupaten Bangka lebih tinggi dibandingkan wilayah administratif lainnya. Meskipun lahan pertanian Provinsi Bangka Belitung terluas berada di Bangka Selatan (45%), penggunaan bahan bakar minyaknya lebih kecil dibandingkan dengan Kabupaten Bangka dan Bangka Tengah.

Strategi Reduksi Beban Emisi

Sektor transportasi merupakan penyumbang emisi terbesar NO_x, CO dan PM₁₀ di seluruh wilayah administrasi Bangka Belitung. Sektor industri merupakan penyumbang beban emisi SO₂ terbesar di Provinsi Bangka Belitung. Beberapa strategi reduksi yang direncanakan oleh Provinsi Bangka Belitung adalah sebagai berikut:

1. *Smart driving*

Metode *smart driving* menggunakan strategi perilaku pengemudi dalam berkendara agar dicapai konsumsi bahan bakar yang efisien. Hasil uji coba studi ini menunjukkan bahwa metode ini berpotensi untuk menghemat bahan bakar antara 10-30% dan menurunkan emisi gas buang kendaraan hingga 20% (Studi Dit BSTP 2009 dalam Balai Lingkungan Hidup Provinsi Bangka Belitung 2013). Dinas Perhubungan Provinsi Bangka Belitung merencanakan akan menerapkan pelatihan *smart diving* dengan target pengemudi 100 orang/tahun. Diasumsikan dari metode tersebut dapat

Tabel 3 Perbandingan beban emisi sebelum dan setelah reduksi

No	Sektor	Beban Emisi Sebelum Reduksi (ton/tahun)				Beban Emisi Setelah Reduksi (ton/tahun)			
		SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀
1	Pembangkit listrik	1,874	3,666	87	89	1,780 (5%)	3,483 (5%)	83 (5%)	85 (-5%)
2	Industri	2,807	1,942	131	30	2,527 (10%)	1,748 (10%)	118 (-10%)	27 (-10%)
3	Transportasi	1,306	10,139	73,054	2,198	1,045 (10%)	8,111 (10%)	58,443 (-10%)	1759 (-10%)
4	Domestik	31	137	234	4	29 (5%)	130 (5%)	222 (- 5%)	4 (-5%)
5	Peternakan dan Pertanian	3	289	0	22	3	289	0	22
6	Kehutanan	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Persampahan	25	152	2,133	406	25	152	2,133	406
Total		6,046	16,325	75,639	2,749	5,409	13,913	60,999	2,303

mengurangi konsumsi BBM sebesar 10% setiap tahunnya.

2. Audit energi

Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi. Audit energi terdiri dari dua bagian, survei manajemen energi dan survei teknis. Survei teknis secara singkat mengulas kondisi dan operasi peralatan dari pemakai energi yang penting serta instrumentasi yang berkaitan dengan efisiensi energi. Jenis uji yang dijalankan selama audit energi terinci mencakup uji efisiensi pembakaran, pengukuran suhu dan aliran udara pada peralatan utama yang menggunakan bahan bakar, penentuan penurunan faktor daya yang disebabkan oleh berbagai peralatan listrik, dan uji sistem proses untuk operasi yang masih didalam spesifikasi (Kementerian Perindustrian 2011). Program ini ditargetkan dapat mengurangi beban emisi 10% per tahunnya.

3. Pembangunan pembangkit listrik tenaga surya terpusat (komunal)

Pemerintah provinsi merencanakan membangun pembangkit listrik tenaga surya terpusat (komunal). Pembangkit listrik tenaga surya terpusat adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan tenaga matahari dengan cara memanfaatkan intensitas cahaya matahari dimana energi yang dihasilkan, disalurkan kepada pemakai jaringan melalui jaringan listrik. Program ini ditargetkan dapat mengurangi emisi sebesar 5%/tahun.

4. Konversi minyak tanah ke LPG

Pemprov Bangka Belitung mencanangkan program tersebut sebanyak 267,645/unit. Diasumsikan konversi

dilakukan merata di seluruh kabupaten/kota. Secara teori, pemakaian 1 liter minyak tanah setara dengan pemakaian 0.57 kg LPG.

Apabila strategi-strategi tersebut dilaksanakan bersamaan, diharapkan beban emisi menurun sebesar 30%. Penurunan beban emisi yang diharapkan dapat dilihat pada Tabel 3.

KESIMPULAN

Rata-rata beban emisi SO₂ di Provinsi Bangka Belitung sebesar 6,045.89 ton/tahun, NO_x sebesar 16,324.84 ton/tahun, CO 75,639.01 ton/tahun, dan PM₁₀ sebesar 2,750.66 ton/tahun. Sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar beban emisi NO_x (10,138.98 ton/tahun), CO (73,053.90 ton/tahun), dan PM₁₀ (2,198.49 ton/tahun). Beban emisi SO₂ terbesar dihasilkan dari sektor industri rata-rata sebesar 2,807.26 ton/tahun. Kabupaten Bangka merupakan penyumbang terbesar beban emisi SO₂, CO, NO_x, dan PM₁₀. Strategi reduksi yang akan diterapkan oleh Provinsi Bangka Belitung adalah smart driving, audit energi untuk sektor industri, mengurangi penggunaan solar, dan konversi minyak tanah ke LPG.

DAFTAR PUSTAKA

- [BLH Provinsi Bangka Belitung] Balai Lingkungan Hidup Provinsi Bangka Belitung. 2013. RAD-GRK Provinsi Kepulauan Bangka Belitung 2012-2020. Bangka Belitung.
- Bappeda. 2013. *Bangka Belitung Dalam Angka*. Tersedia dalam bentuk PDF di bappeda.babelprov.go.id/content/bd-da-bangka-belitung-dalam-angka
- Cahyono EW. 2011. Kajian tingkat pencemaran sulfur dioksida dari industri di beberapa daerah di

- Indonesia. *Berita Dirgantara*. Vol 12 (4): 132–137
- Christian TJ, Yokelson RJ, Cardenas B, Molina LT, Engling G, Hsu SC. 2010. Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico. *Journal of Atmospheric chemistry and physics*. 10:565-584.
- Hodijah Nurhadi, Amin B, Mubarak. 2014. Estimasi beban pencemar dari emisi kendaraan bermotor di ruas jalan Kota Pekanbaru. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*. Vol 1(2):71–70.
- [JICA]. Japan International Cooperation Agency. 1997. The Study on the Integrated Air Quality Management for Jakarta Metropolitan Area, Indonesia.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan. 2013. [Diacu 4 Juni 2016] <http://www.menlh.go.id/>
- [Kementerian Perindustrian]. Pedoman teknis Audit Energi. 2011. [Diacu 4 Juni 2016] <https://www.kemenperin.go.id>
- Mandra MAS. 2013. Model Dinamik Pengendalian Emisi Kendaraan Bermotor di Kota Makassar. Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- [Pertamina]. Program Konversi. [Internet]. [Diacu 14 Agustus 2015]. Tersedia dari: http://www.pertamina.com/gasdom/produk_dan_services_elpiji_konversi.aspx
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- Sovacool BK, Brown MA. 2009. Twelve metropolitan carbon footprint: a preliminary comparative global assessment. *Journal of Environmental Pollution*. 38:4856-4869. doi: 10.1016/j.enpol.2009.10.001.
- Tietenberg T. 2003. *Environmental and Natural Resource Economics*. Ed-6. Eddison Wesley: Boston.
- Vijayan A, Kumar A, Abraham MA. 2008. Experimental analysis of vehicle operation parameters affecting emission behavior of public transport buses operating on alternative diesel fuel. *Journal of the Transportation Research Board*, No. 2058, pp. 68-78.
- Zheng J, Zhang L, Che W, Zheng Z, Yin S. 2009. A highly resolved temporal and spatial air pollutant emission inventory for the Pearl River Delta region, China and its uncertainty assessment. *Journal of Atmospheric Environment* 43:5112–5122. doi:10.1