

## Pemanfaatan Sifat dan Ketersediaan Data sesuai Karakteristik Kabupaten/Kota untuk Estimasi Emisi Spesifik Karbon

Joni Hermana<sup>1</sup>, Abdu F. Assomadi, Rachmat Boedisantoso, Arie D. Syafe'i

Laboratorium Pengelolaan Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim (LPPUPI)  
Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS Surabaya  
Email<sup>1</sup>: [hermana@its.ac.id](mailto:hermana@its.ac.id)

### Abstrak

Keberagaman wilayah kabupaten/kota diikuti beberapa faktor yang menyebabkan sulitnya mengestimasi emisi karbon dengan baik. Faktor-faktor tersebut antara lain: 1) ketersediaan data yang beragam baik sifat dan jumlahnya, belum tentu sesuai dengan inputan model IPCC, 2) jenis dan satuan data yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristik pengembangan wilayah, dan 3) pola kegiatan tiap wilayah sehingga karakteristik berbeda-beda. Keberagaman ini menjadi hambatan bagi upaya pemerintah dalam perhitungan dan mendukung program dunia memetakan dan mengelola emisi karbon. Pada penelitian ini ditawarkan metode alternatif yang lebih sederhana dalam perhitungan emisi sesuai data-data yang tersedia dan karakteristik pengembangan wilayah kabupaten/kota, menggunakan emisi spesifik. Karakteristik kabupaten/kota diklusterkan menjadi 1) pengembangan industri, 2) pengembangan wisata/pendidikan, 3) pengembangan pertanian, dan 4) pengembangan pesisir/perikanan. Secara prinsip metode ini menghasilkan emisi spesifik (ES) dari setiap kluster setiap aktivitas (industri, transportasi, dan permukiman) perkapita. Emisi spesifik (ES) tersebut dihitung dari inventarisasi emisi total di setiap contoh karakteristik kabupaten/kota sesuai metode IPCC, dan kemudian dinyatakan dalam satuan perkapita. Nilai-nilai ES ini yang digunakan lebih lanjut sebagai acuan menghitung emisi kabupaten/kota yang berkarakteristik sama berdasarkan jumlah penduduk pertahun. Hasil penelitian adalah nilai ES yang dapat digunakan sebagai acuan perhitungan emisi kota 1) untuk Perdagangan/Jasa sebesar 0.58 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun, 2) Pariwisata/Pendidikan 1.43 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 3) Pertanian 0.30 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 4) Hortikultura/Kehutanan 0.44 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 5) Perikanan 0.88 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun.

**Kata kunci:** karakteristik pengembangan wilayah, faktor emisi spesifik (FES), estimasi emisi karbon, inventarisasi emisi karbon, aktivitas kota.

### 1. Pendahuluan

Pemanasan global (*global warming*) terjadi karena meningkatnya konsentrasi beberapa gas multivalent di atmosfer seperti CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>O, CFC, dan sebagainya. Akibatnya adalah energi radiasi dari matahari terserap (terutama inframerah) lebih banyak di atmosfer. Sebelas dari dua belas tahun terakhir merupakan tahun-tahun terhangat dalam temperatur permukaan global sejak 1850. Tingkat pemanasan rata-rata selama lima puluh tahun terakhir hampir dua kali lipat dari rata-rata seratus tahun terakhir. Temperatur rata-rata global naik sebesar 0,74°C selama abad ke-20, dimana pemanasan lebih dirasakan pada daerah daratan daripada lautan (IPCC, 2007).

Tingkat pemanasan bergantung kepada tingkat emisi karbon yang dihasilkan. Apabila konsentrasi karbondioksida stabil pada 550 ppm (dua kali lipat dari masa pra-industri) pemanasan rata-rata diperkirakan mencapai 2-4,5 °C. Untuk dua dekade ke depan diperkirakan tingkat pemanasan sebesar 0,2°C per dekade dengan skenario tidak adanya upaya pengurangan emisi karbon yang dilakukan. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan emisi karbon yang paling dominan terhadap adanya perubahan iklim saat ini dan konsentrasinya di atmosfer telah naik dari masa pra-industri yaitu 278 ppm (parts-permillion) menjadi 379 ppm pada tahun 2005 (IPCC, 1997)

Kebijakan internasional dalam menanggapi pemanasan global yang diperkirakan masih terus berlanjut adalah melakukan inventarisasi emisi karbon. Setiap negara harus berpartisipasi dalam menginventarisasi emisi karbon yang dihasilkannya. Pemerintah Indonesia menginventarisasi emisi karbon dengan perhitungan tapak karbon (*karbon foodprint*). Tapak karbon (*Carbon Footprint*) digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh aktivitas manusia terhadap lingkungan dan terutama terhadap perubahan iklim. Besarnya jumlah gas-gas rumah kaca yang dihasilkan pada aktivitas sehari-hari baik itu melalui pembakaran fosil, penggunaan listrik, dan lain sebagainya, akan memberikan kontribusi berupa emisi karbon. Dari penggunaan energi, berdasarkan Status Lingkungan Hidup Indonesia 2008, pada tahun 2007 konsumsi energi mencapai 851 juta SBM (Setara Barel Minyak) dan 96 % digunakan oleh sektor rumah tangga, industri, dan transportasi. Penggunaan energi ini diperkirakan mengemisikan CO<sub>2</sub> sebesar 432 juta ton.

Dalam pelaksanaannya, inventarisasi emisi sangat tergantung pada ketersediaan data dan kualitasnya. Dalam pelaksanaan pengelolaannya, kemampuan akses informasi, taraf sosial masyarakat, dan kondisi wilayah yang berbeda-beda menyebabkan beragamnya pola data-data inventaris, kelengkapan, kedetailan dan kevalidannya. Data-data dengan kualitas dan pola yang berbeda ini, memungkinkan menjadi sumber perbedaan yang signifikan jika dipaksakan untuk mengestimasi tapak karbon suatu wilayah. Dan kemungkinan lebih buruk data-data tersebut tidak sesuai dengan faktor emisi yang tersedia, sehingga beberapa sektor mungkin tidak bisa dihitung. Untuk mengatasi hal tersebut, wilayah-wilayah kabupaten/kota diklusterkan sesuai dengan Rencana Pengembangan Wilayah RTRW Provinsi Jawa setiap Kab/Kota yang diproyeksikan sesuai FPW RTRW Provinsi Jawa Timur. Klasifikasi tersebut adalah pengembangan wilayah pertanian/hortikultura, kehutanan/perkebunan, perdagangan/jasa, pendidikan/wisata, industry, dan perikanan/peternakan.

Dalam penelitian ini telah disusun suatu metoda menentukan emisi spesifik yang dapat digunakan dalam pemenuhan kebutuhan estimasi emisi suatu wilayah. Metoda atau alat hitung diharapkan mampu mengakomodasi data-data yang tersedia pada suatu wilayah sesuai karakteristiknya. Metoda tersebut setidaknya mampu memberikan estimasi yang baik dan tidak berbeda jauh keandalannya jika diverifikasi dengan wilayah-wilayah lain, dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Acuan penyusunan ini adalah data yang tersedia di Kota Surabaya dan beberapa daerah lain yang dinilai paling baik ketersediaan datanya. Secara prinsip data-data hasil inventarisasi diolah dengan perhitungan (menurut IPCC, dan Kepmen LH) untuk menghasilkan beberapa alternatif faktor emisi spesifik (FES) untuk setiap sektor data. Nilai-nilai FES ini kemudian dijadikan model untuk diterapkan di wilayah-wilayah lain.

## **2. Metode yang diterapkan**

Perhitungan emisi spesifik menggunakan alternatif-alternatif faktor emisi spesifik yang dapat diterapkan untuk beberapa kemungkinan sifat data-data yang ada di wilayah-wilayah dengan karakteristik berbeda. Ringkasan faktor emisi spesifik tiap kontributor emisi pada masing-masing sektor dalam lingkup penelitian adalah sebagai berikut (Hermana, et al., 2013):

1. Sektor Transportasi.  
Pada sektor ini setidaknya diperoleh tiga metode perhitungan emisi karbon berdasarkan sifat data-data yang tersedia di pemerintahan kabupaten/kota. Ketiga metode tersebut dinyatakan dalam tiga alternatif FES, yaitu:
  - a. Alternatif 1, berdasarkan konsumsi bahan bakar transportasi, mengikuti model perhitungan IPCC 2006. FES dinyatakan sebesar 2.597,86 kg CO<sub>2</sub>/L premium dan 2.924,90 kg CO<sub>2</sub>/L minyak diesel.
  - b. Alternatif 2, berdasarkan data jenis kendaraan transportasi yang ada, mengikuti model IPCC 2006 di kombinasi dengan perhitungan penyesuaian di lapangan. FES dinyatakan berturut-turut (dalam kg CO<sub>2</sub>/kend.km) 0,069; 0,306; 0,332; 0,311; 0,463; dan 0,494 untuk sepeda motor, mobil bensin, mobil diesel, bus/truk kecil, truk besar, dan bus.

- c. Alternatif 3, berdasarkan kelas jalan, diperoleh dari perhitungan berprinsip pada IPCC 2006, teori akademik, dan penelitian kondisi lapangan. FES dinyatakan berturut-turut (dalam kg CO<sub>2</sub>/jam.km) 286, 85, 175, 211 dan 26 untuk kelas jalan arteri primer, arteri skunder, kolektor primer, kolektor sekunder, dan lokal.
2. Sektor Industri. Pada sektor ini setidaknya diperoleh dua metode perhitungan emisi karbon berdasarkan sifat data-data yang tersedia di pemerintahan kabupaten/kota. Kedua metode tersebut dinyatakan dalam tiga alternatif FES, yaitu:
  - a. Alternatif 1, berdasarkan konsumsi bahan bakar industri, mengikuti model perhitungan IPCC 2006. FES dinyatakan sebesar 74.100,00 kg CO<sub>2</sub>/TJ minyak diesel.
  - b. Alternatif 2, berdasarkan jumlah industri, diperoleh dari perhitungan berprinsip pada IPCC 2006, teori akademik, dan penelitian kondisi lapangan rata-rata industri yang berkatifitas. FES dinyatakan sebesar 142,18 kg CO<sub>2</sub>/industri.tahun.
3. Sektor Permukiman. Pada sektor ini setidaknya diperoleh empat metode perhitungan emisi karbon berdasarkan sifat data-data yang tersedia di pemerintahan kabupaten/kota. Keempat metode tersebut dinyatakan dalam tiga alternatif FES, yaitu:
  - a. Alternatif 1, berdasarkan konsumsi bahan bakar industri, mengikuti model perhitungan IPCC 2006. FES dinyatakan sebesar 63.100,00 kg CO<sub>2</sub>/TJ LPG. Nilai TJ LPG diperoleh dari data penggunaan LPG (kg/unit.bulan) x 4,73 e-5 TJ/kg.
  - b. Alternatif 2, berdasarkan jenis rumah. FES dinyatakan berturut-turut (dalam kg CO<sub>2</sub>/unit rumah. tahun) 681,7; 460,2; 354,5; dan 130; untuk rumah mewah, rumah menengah, rumah sederhana, dan rumah liar.
  - c. Alternatif 3, berdasar jumlah penghuni rumah. FES dinyatakan berturut-turut (dalam kg CO<sub>2</sub>/jiwa.tahun) 135,3; 105,6; 101,6; dan 36; untuk rumah mewah, rumah menengah, rumah sederhana, dan rumah liar.
  - d. Alternatif 4, berdasar jumlah bangunan. FES dinyatakan rata-rata sebesar 768 kg CO<sub>2</sub>/bangunan.tahun.

Dalam mengestimasi dan mengkaji emisi spesifik suatu wilayah kota, idealnya adalah didasarkan pada data-data yang valid, lengkap, dan detail yang menggambarkan kegiatan-kegiatan yang mengemisikan CO<sub>2</sub> baik primer maupun skunder. Data-data tersebut antara lain data transportasi, permukiman, industri, karakteristik wilayah sesuai rencana pengembangannya.

Pemilihan masing-masing satu kota untuk mewakili satu kategori atau karakteristik wilayah, didasarkan pada asumsi kehandalan data yang dimiliki. Kota-kota tersebut adalah kabupaten Sidoarjo mewakili Kabupaten/Kota dengan Faktor Pengembangan Wilayah Industri; Kota Malang mewakili Kabupaten/Kota dengan Faktor Pengembangan Wilayah Pendidikan/Pariwisata; Kab Sumenep mewakili Kabupaten/Kota dengan Faktor Pengembangan Wilayah Pertanian/Hortikultura; Kabupaten Malang mewakili Kabupaten/Kota dengan Faktor Pengembangan Wilayah Perkebunan/Kehutanan; Kabupaten Banyuwangi mewakili Kabupaten/Kota dengan Faktor Pengembangan Wilayah Perikanan;

Kabupaten/kota terpilih tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan total emisi dan jika memungkinkan faktor emisi spesifik sesuai data-data wilayah yang diperoleh. Secara prinsip perhitungan emisi karbon menggunakan persamaan

$$Emisi CO_2 (kg) = Aktivitas \times FE \left( \frac{kg CO_2}{aktivitas} \right) \quad (1)$$

Dimana aktivitas adalah jumlah aktivitas yang disesuaikan data yang tersedia, dan FE adalah faktor emisi spesifik (FES) dari alternatif-alternatif seperti tersebut di atas, yang disesuaikan dengan data aktivitas karakteristik wilayah kabupaten/kota.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Inventarisasi potensi emisi telah dilakukan dengan estimasi dan pengumpulan data sekunder tentang kuantitas aktivitas pada setiap karakteristik wilayah kabupaten/kota. Aktivitas tersebut adalah transportasi, industri, dan permukiman. Ketiga aktivitas ini merupakan aktivitas yang menyebabkan emisi karbon terbesar. Hasil inventarisasi, potensi emisi dan serapan karbon sesuai hasil survey dan pengumpulan data sekunder di tiap kabupaten/kota yang terpilih adalah sebagai berikut:

Tidak semua wilayah kabupaten/kota ini yang mempunyai data akurat penggunaan bahan bakar untuk transportasi, maupun data pencacahan jumlah dan jenis kendaraan yang beroperasi. Sehingga tidak memungkinkan menggunakan FES transportasi alternatif 1 dan 2. Sebagai contoh pada wilayah studi dengan karakteristik kab/kota industri, data yang cukup baik adalah data kelas jalan dan panjang jalan. Dengan menggunakan FES transportasi alternatif 3, maka estimasi emisi dihitung seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Emisi karbon berdasarkan panjang dan jenis jalan (FES transportasi alternatif 3)

Jenis Jalan	Jalan AP	Jalan AS	Jalan KP	Jalan KS	Jalan L
	panjang (kilometer)				
Kab/kota industri	63,07	31,02	69,52	849,86	492,46
FES (kg CO <sub>2</sub> /jam.km)	268	85	175	211	26
	Emisi (kg CO <sub>2</sub> /jam)				
Emisi kab/kota industri	16902,76	2636,7	12166	22096,36	12803,96
Total					66.606

Total emisi = 66.606 kg CO<sub>2</sub>/jam x 16 jam/hari x 365 hari/tahun x 1 ton/1000 kg= 388.979,04 ton CO<sub>2</sub>/tahun

Sedangkan pada contoh estimasi emisi pada wilayah kab/kota wisata/pendidikan, FES alternatif 1 memberikan hasil estimasi yang sangat baik. Pada kota ini, data konsumsi bahan bakar akumulasi per tahun tercatat dengan baik. Menggunakan data tersebut dan FES transportasi alternatif 1, maka emisi karbon dihitung menghasilkan Tabel 2

Tabel 2. Emisi karbon berdasarkan konsumsi BBM total dalam setahun

BBM	Premium	Pertamax	Biosolar
Konsumsi (kL)	158.508	2.724	35.592
Faktor Emisi (g CO <sub>2</sub> /L)	2.597,86	2.597,86	2.924,9
Emisi (ton CO <sub>2</sub> )	411.781,59	7.076,57	104.103,04
Total (ton CO <sub>2</sub> /tahun)	522.961,20		

Perhitungan emisi karbon dari aktivitas industri untuk tiap-tiap karakteristik wilayah dilakukan sesuai dengan data yang tersedia. Hasil terbaik yang menggunakan FES industri alternatif 1 dengan data yang baik pencatatan konsumsi bahan bakar industri tahunan. Pada penelitian ini data konsumsi bahan bakar industri global tahunan tersedia baik pada wilayah kab/kota pendidikan/pariwisata. Sehingga contoh hasil perhitungan emisi industri dengan FES industri alternatif 1 (kab/kota pariwisata/pendidikan) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Emisi CO<sub>2</sub> industri berdasarkan konsumsi BBM industri

BBM	Unit (l atau kg)	FE (g/unit)	Emisi (ton CO <sub>2</sub> /tahun)
Solar	759000	2924,9	2.220,00
LPG	557760	3567	1.989,53
Minyak tanah	878040	3535	3.103,87
Total			7.313

Sedangkan untuk wilayah lain yang tidak memiliki rekaman data penggunaan BBM industri, dapat menggunakan jumlah industri yang aktif beroperasi dalam setahun dan menggunakan FES industri alternatif 2 untuk menghitung jumlah emisi tahunannya. Contoh hasil perhitungan untuk kasus ini ditampilkan pada Tabel 4 dari kab/kota dengan karakteristik perkebunan/kehutanan. Meskipun demikian hasil ini cukup dekat dengan estimasi global rata-rata industri.

Tabel 4. Emisi CO<sub>2</sub> industri berdasarkan data jumlah klasifikasi industri dalam setahun

Klasifikasi	Jumlah	FE (ton	Emisi (ton
		CO <sub>2</sub> /ind.thn)	CO <sub>2</sub> /tahun)
1	752	142,18	106919,4
2	99		14075,82
3	103		14644,54
4	31		4407,58
Jenis Industri	5		23175,34
	6		6682,46
	7	0	0
	8		14075,82
	9		6682,46
Total	1341		190663,4

Perhitungan emisi dari aktivitas permukiman dilakukan dengan pemilihan FES permukiman 1 sampai dengan 4 secara hirarki sesuai dengan ketersediaan data kab/kota. Sebagai contoh data yang diperoleh di kota/kab wisata/pendidikan cukup lengkap menunjukkan konsumsi bahan bakar domestic (LPG) bagi masyarakatnya. Dengan demikian emisi karbon untuk kab/kota seperti ini dapat menggunakan FES permukiman alternatif 1. Contoh hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Emisi karbon domestik berdasar konsumsi LPG

Kecamatan	Rumah Tangga	LPG (kg)	FE (kg CO <sub>2</sub> /kg)	Emisi tonCO <sub>2</sub>
A	47.276	3.403.892		12141,68
B	46.296	3.333.346		11890,05
C	24.950	1.796.417		6407,819
D	44.073	3.173.258		11319,01
E	49.321	3.551.083	3,567	12666,71
Total	211.917	15.257.996		54425,27

Untuk daerah lain yang tidak memiliki catatan penggunaan bahan bakar yang cukup, perhitungan emisi karbon dari sektor kegiatan permukiman dapat dilakukan dengan FES permukiman alternatif kedua, ketiga, dan seterusnya. Dalam penelitian ini dihitung juga estimasi emisi dengan menggunakan data jumlah dan jenis bangunan total, seperti berdasarkan data kab/kota industri. Data yang tersedia adalah jumlah unit bangunan dan perkembangannya. Hasil estimasi dapat dilihat pada Tabel 6 berikut. Estimasi ini menggunakan FES permukiman alternatif 2.

Tabel 6. Emisi karbon berdasar jumlah dan jenis bangunan

	Unit				
	RSS	RS	RM	MW	RUKO
pertambahan 2011	23.304	112.583	19.215	4.876	3.552
pertambahan 2010	17.751	57.575	10.844	631	1.437
pertambahan 2009	17.751	54.419	10.001	631	1.247
pertambahan 2008	17.733	52.460	9.200	406	1.234
Akumulasi 2007	374.461	13.898	11.345	4.710	401.414
Jumlah	451.000	290.935	60.605	11.254	408.884
FES	0,13	0,3545	0,4602	0,6817	0,3545
Emisi	58630	103136,5	27890,42	7671,8518	144949,4
Total Emisi (ton CO <sub>2</sub> /thn)	342.278				

Atau estimasi paling kasar adalah menggunakan rata-rata emisi perorang pertahun dari aktivitas permukimannya. Perhitungan ini menggunakan FES permukiman alternatif 3. Berdasarkan data-data sekunder dan pengamatan lapangan yang dilakukan di masing-masing contoh kabupaten/kota sesuai dengan karakteristik yang direncanakan telah dilakukan perhitungan untuk mengestimasi emisi karbon dari ketiga aktivitas utama (transportasi, industri dan permukiman). Total emisi dari ketiga aktivitas merupakan penjumlahan dari masing masing aktivitas di wilayah yang sama. Rekayasa perhitungan dilakukan dengan menggunakan FES alternatif di setiap aktivitas, disesuaikan dengan sifat dan ketersediaan data yang paling memungkinkan di masing-masing karakteristik wilayah kabupaten/kota. Hasil perhitungan total emisi kemudian dibagi jumlah penduduk total dalam tahun data untuk mendapatkan nilai emisi spesifik (ES) perkapita.

$$ES \left( \frac{tCO_2}{orang.tahun} \right) = \frac{\text{Total Emisi (tCO}_2\text{)}}{\text{jumlah penduduk (orang)}} \quad (2)$$

Nilai ES menyatakan beban emisi rata-rata tiap penduduk tiap tahun rata-rata yang menggambarkan potensi emisi karbon sesuai karakteristik wilayah kabupaten/kota yang di studi. Hasil perhitungan tersebut dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Rekap perhitungan emisi (ton CO<sub>2</sub>/tahun) dan emisi spesifik (ES, tCO<sub>2</sub>/kapita), tahun 2013

Wilayah atau FPW	transportasi	Industri	Permukiman	Total Emisi	Jumlah Penduduk	ES
Industri	388,979.04	21,848.00	342,278.00	753,105.04	1,984,486.00	0.38
Pariwisata/Pendidikan	522,961.00	7,313.00	54,425.00	584,699.00	820,243.00	0.71
Pertanian	19,343.00	84,622.00	10,244.00	114,209.00	1,078,315.00	0.11
Hortikultura/Kehutanan	552,492.00	190,663.00	231,675.00	974,830.00	2,438,687.00	0.40
Perikanan	536,864.00		148,659.10	685,523.10	1,564,833.00	0.44

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, Nampak bahwa nilai ES tiap karakteristik wilayah kab/kota berbeda. Dari analisis dan pengamatan lapangan, perbedaan ini disebabkan pola konsumsi energi dan pola hidup (aktivitas) yang cukup berbeda. Nilai ES terkecil terhitung pada karakteristik wilayah pertanian. Wilayah ini didominasi kehidupan petani dengan penggunaan energi kecil dan pola hidup yang lebih homogen. Energi lebih banyak digunakan untuk transportasi yang kecil dan mekanisasi pertanian. Pola hidup yang mobilitasnya tidak besar dan aktivitas warga yang cenderung dilakukan di rumah dan pertaniannya.

Sangat jauh berbeda dengan ES terbesar pada wilayah pariwisata/pendidikan. Emisi total didominasi oleh kegiatan transportasi. ES pada wilayah ini lebih memungkinkan dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar total. Emisi dari aktivitas transportasi menjadi sangat besar, karena beban jalan sangat besar (cenderung macet), karena banyak wisatawan luar kota yang masuk dan beraktivitas di wilayah tersebut. Konsumsi energi transportasi menjadi sangat besar. Nilai ES di wilayah ini menggambarkan beban emisi yang harus ditanggung oleh setiap penduduk.

Nilai ES dan metode perhitungan di atas memungkinkan untuk digunakan lebih luas sebagai acuan dalam mengestimasi emisi suatu wilayah dengan karakteristik yang sejenis. Meskipun nilai ES ini masih dalam kajian untuk meningkatkan keakuratannya, namun penggunaannya cukup baik dan dapat dijadikan kajian permulaan suatu wilayah untuk menghitung emisi karbon berdasarkan data-data yang dimiliki. Perhitungan selanjutnya tetap harus menggunakan metode standar IPCC, artinya bahwa setiap daerah harus meningkatkan kualitas dan kuantitas data aktivitas wilayahnya sesuai inputan data IPCC. Jika data telah cukup maka semua perhitungan seharusnya menggunakan alternatif 1 dan FES di semua aktivitas.

#### 4. Kesimpulan

Emisi spesifik (ES) dari setiap kluster setiap aktivitas (industri, transportasi, dan permukiman) perkapita dapat dihitung menggunakan data-data sekunder dan lapangan sesuai dengan karakteristik kota/kabupaten dan data yang tersedia. Nilai-nilai ES ini dapat digunakan lebih lanjut sebagai acuan menghitung emisi kabupaten/kota yang berkarakteristik sama berdasarkan jumlah penduduk pertahun, sambil suatu wilayah memperbaiki data base aktivitasnya disesuaikan dengan IPCC. Perhitungan lebih akurasi adalah menggunakan standar internasional seperti IPCC.

Hasil penelitian adalah nilai ES yang dapat digunakan sebagai acuan perhitungan emisi kota 1) untuk Perdagangan/Jasa sebesar 0.58 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun, 2) Pariwisata/Pendidikan 1.43 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 3) Pertanian 0.30 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 4) Hortikultura/Kehutanan 0.44 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun 5) Perikanan 0.88 tCO<sub>2</sub>/orang.tahun.

#### 5. Penghargaan

Penelitian ini berjalan atas pendanaan dari Kemendiknas Pendidikan Tinggi melalui LPPM ITS, dan penyediaan data sekunder pemerintah daerah di Jawa Timur.

## **6. Pustaka**

- Gempur A.M., 2008, *Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan 2008*, Kementerian Lingkungan Hidup RI, Jakarta, Indonesia.
- Hermana, J., Wilujeng, S. A., Assomadi, A. F. & Sudibyo, 2013. *Kajian Tapak Karbon untuk Penentuan Eco-region di Jawa Timur*, Surabaya: Laporan Akhir Penelitian Unggulan ITS, LPPM-ITS.
- IPCC, 1997. *Revised 1996 IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. aaaa, s.n.
- IPCC, 2007. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Japan, s.n.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2007, *Profil Kota Langit Biru, Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan menuju Transportasi Kota Berkelanjutan*. Jakarta. Indonesia