

Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar

Mapping of the Distribution Carbon Dioxide (CO₂) Emissions with Geographic Information System (GIS) in Blitar City

Alexander Tunggul Sutanhaji¹, Fajri Anugroho¹, Putri Ghassani Ramadhina²

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

²Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65345

*Email Koresponden: alexandersutan@ub.ac.id

ABSTRAK

Pemanasan global menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang dipengaruhi konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Kota Blitar menjadi salah satu kota yang berpartisipasi dengan target pengurangan emisi GRK mencapai 11 persen pada tahun 2020. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi total dan persebaran emisi karbon dioksida di Kota Blitar, serta menganalisis berapa banyak emisi karbon dioksida yang harus dikurangi sampai tahun 2020. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yang meliputi analisa spasial menggunakan software ArcMap 10.3. Data yang digunakan adalah data primer berupa survey dan data sekunder yang didapatkan melalui dinas pemerintahan dan badan terkait. Perhitungan emisi karbon dioksida (CO₂) menggunakan pendekatan sektoral dengan tier 2, yaitu estimasi perhitungannya disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Inventarisasi emisi CO₂ dibagi menjadi beberapa sektor, yaitu sektor domestik dan sektor transportasi. Hasil penelitian menunjukkan total emisi CO₂ di Kota Blitar pada tahun 2015 sebesar 114,443 kg.m⁻³ dengan penghasil terbesar dari sektor kendaraan yaitu 106,438 kg.m⁻³ mewakili 93 persen dari total emisi. Kelurahan yang memiliki konsentrasi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Kepanjenkidul sebesar 16,406 kg.m⁻³ dan konsentrasi terendah pada Kelurahan Tanggung sebesar 0,669 kg.m⁻³. Kota Blitar menargetkan pengurangan GRK sebanyak 11 persen dari total emisi karbon dioksida, yaitu sebesar 12,589 kg.m⁻³ sampai tahun 2020, terutama pada sektor transportasi, dengan pengurangan operasi kendaraan bermotor, menggantikan bahan bakar solar menjadi bensin, dan pemakaian filter pada kendaraan.

Kata kunci: ArcMap 10.3, Emisi Karbondioksida (CO₂), Gas Rumah Kaca

ABSTRACT

Global warming which caused climate change has become a major focus of environmental experts and international communities. Blitar city became one of the cities in Indonesia participating in GHGs emission reduction target to 11 percent in 2020. The purpose of this study was to determine total concentration and distribution of carbon dioxide emissions in Blitar City, and to analyze how many CO₂ emission should be reduced by 2020. This research used descriptive method with quantitative approach and spatial analysis using ArcMap 10.3 software. The data used are primary data in the form of surveying and secondary data from Blitar City government and related entities. The calculation of carbon dioxide emissions used sectoral approach with Tier 2, which estimate carbon dioxide emissions adjusted to Indonesia conditions. The estimation of CO₂ emissions was divided into several sectors, which was domestic and transportation sector in Blitar City. The results showed the total of carbon dioxide emissions in 2015 was 114,443 kg.m⁻³ with the biggest emitter from transportation sector, which are 106,438 kg/m³ (93%). The highest concentration of carbon dioxide was occurred in Kepanjenkidul district with 16,406 kg.m⁻³ whereas the lowest concentration was Tanggung district with 0,669 kg.m⁻³. Blitar City was targeting GHGs reduction as much as 11 percent of total carbon dioxide emission, which amounted to 12,589 kg.m⁻³ until 2020, especially in transportation sector.

Keywords: ArcMap 10.3, Carbon Dioxide Emissions, Greenhouse Gases

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi sorotan utama dari para pakar lingkungan dan masyarakat dunia yang dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif di penjuru bumi. Penyebab utama dari perubahan iklim adalah pemanasan global, yaitu suatu peristiwa ketidakseimbangan antara radiasi matahari yang masuk dan keluar bumi sehingga suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan meningkat secara berlebih. Peningkatan ini dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Pada tahun 2012, inventarisasi GRK sektor energi di Indonesia mencapai 433,8 juta ton CO₂ (ESDM, 2013). Total GRK Indonesia yang besar mendorong pemerintah untuk mencari solusi dalam rangka mengurangi dampak pemanasan global.

Tindakan awal dari pemerintah adalah meningkatkan upaya untuk mengurangi emisi GRK sebesar 26 persen dengan kemampuan sendiri dan naik menjadi 41 persen bila ada dukungan yang cukup dari internasional (PermenPU, 2012). Hal ini mengarah kepada pembentukan "PAKLIM" yang tidak hanya bergerak di bidang nasional dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, namun juga mengajak beberapa daerah dalam mewujudkan misinya. Salah satu kota yang ikut berpartisipasi adalah Kota Blitar dengan target pengurangan emisi GRK mencapai 11 persen pada tahun 2020.

Kota Blitar menghasilkan total emisi GRK sebesar 204.264 tCO₂e pada tahun 2012. Penyumbang emisi GRK terbesar adalah sektor energi (77%) dengan 156.503 tCO₂e. Secara keseluruhan, sumber industri menghasilkan 1,9 persen, sumber transportasi 49,8 persen dan sumber perumahan, serta komersial 24,9 persen dari total emisi di Kota Blitar. Data emisi GRK yang dihasilkan didapatkan dari emisi gas CO₂ sebesar 154.624 tCO₂e, emisi CH₄ sebesar 2.045 tCO₂e dan emisi gas N₂O sebesar 22 tCO₂e (BAPPEDA, 2013).

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa spasial penyebaran emisi gas CO₂ pada setiap Kelurahan di Kota Blitar menggunakan Sistem Informasi Geografis

(SIG) dengan software Arcmap. Perhitungan emisi Karbon dioksida akan meliputi perhitungan emisi karbon dioksida yang berasal dari respirasi manusia, penggunaan bahan bakar LPG dan penggunaan kendaraan bermotor. Hasil akhir penelitian merupakan peta penyebaran emisi gas CO₂ untuk mendukung strategi pengurangan GRK untuk mitigasi perubahan iklim pada Kota Blitar.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2016 sampai April 2017 di Kota Blitar, Indonesia yang berada pada koordinat 112° 14' - 112° 28' Bujur Timur dan 8° 2' - 8° 8' Lintang Selatan.

Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan adalah konsumsi LPG dari industri rumah makan dan penginapan. Survey dilakukan melalui wawancara, dan untuk konsumsi LPG rumah makan dibagi kelas berdasarkan besar kecilnya konsumsi dengan distribusi frekuensi. Data sekunder didapatkan dari dinas yang bersangkutan yang merupakan data tahun 2015.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada data primer dan data sekunder dengan pendekatan sektoral dan tier 2. Perhitungan untuk mengetahui emisi karbon dioksida diperoleh dari hasil emisi karbon dioksida dari respirasi manusia, penggunaan LPG, dan penggunaan kendaraan bermotor pada Kota Blitar. Beban emisi karbon dioksida yang telah dihitung dalam kilo gram akan dibagi dengan luas wilayah kelurahan yang dikalikan dengan tinggi keseimbangan konsentrasi emisi menjadi satuan kg/m³. Pembagian dilakukan terhadap semua sumber, kecuali kendaraan bermotor.

Perhitungan Tinggi Keseimbangan Konsentrasi Emisi

$$T \text{ CO}_2 = (X_1 / X_t) t_1 + (X_2 / X_t) t_2 + \dots + (X_n / X_t) t_n$$

Keterangan:

X_i : luas kanopi 1 jenis pohon
 X_t : luas kanopi semua pohon
 T_i : tinggi pohon dari tanah ke tengah tinggi daun

Emisi karbon dioksida respirasi manusia

Total emisi CO₂ (kg/tahun) = $n \times EF$

Keterangan:

n : jumlah penduduk (jiwa)

EF : faktor emisi (asumsi per tahun)

Emisi karbon dioksida konsumsi LPG

Metode untuk menghitung emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari pemakaian bahan bakar LPG menggunakan metode dari IPCC tahun 1996 dengan tier 2. Asumsi satu Kepala Keluarga (KK) menghabiskan 1 tabung 3 kg/7hari atau 0.43kg/hari setara dengan 157 kg/tahun (ESDM, 2007). Konsumsi LPG dari industri, penginapan dan rumah makan disesuaikan dengan hasil survey.

$P_{ey} = F_{cy} \times EF_{CO_2} \times NCV_{LPG}$

Keterangan:

P_{ey} : total emisi CO₂ (kg)

F_{cy} : konsumsi LPG (kg)

EF_{CO_2} : faktor emisi LPG (0,063 kg .MJ⁻¹)

NCV : *net calory value*/berat bersih LPG (47,3 MJ.kg⁻¹)

Emisi karbon dioksida kendaraan bermotor

Perhitungan emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor menggunakan metode Gaussian line source dengan tier 2. Metode Gaussian menurut Rau dan Wooten (1980) dalam Permatasari (2014) dipilih dalam penelitian ini karena model ini mempertimbangkan tidak hanya bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan, namun juga mempertimbangkan faktor lingkungan seperti kecepatan angin. Jarak yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi pencemar terdapat 5 jarak, yakni 0 km (sumber), 1 km, 2 km, 3 km, 4 km, 5 km dan 6 km. Jarak dipilih berdasarkan nilai konsentrasi pencemar yang sudah mendekati 0 kg/m³ pada jarak tersebut. Urutan dalam menghitung emisi kendaraan bermotor adalah dengan konversi satuan jumlah kendaraan menjadi

SMP, menghitung kekuatan emisi, menentukan stabilitas atmosfer, menghitung kekuatan dispersi vertikal, menghitung konsentrasi pencemar. Secara detail dapat dilihat sebagai berikut.

Konversi satuan jumlah kendaraan menjadi SMP

$Q_{smp} = Q_{kendaraan} \times EMP$

Keterangan:

Q_{smp} = volume kendaraan (smp/jam)

Q_{kend} = volume kendaraan (kendaraan / jam)

EMP = Ekuivalen Mobil Penumpang

Perhitungan kekuatan emisi (Q)

$Q = n \times EF \times K$

Keterangan:

Q : jumlah emisi (g.jam⁻¹.km⁻¹)

EF : faktor emisi kendaraan (g.L⁻¹)

N : jumlah kendaraan (smp.jam⁻¹)

K : konsumsi bahan bakar (L.km⁻¹)

Perhitungan koefisien dispersi vertikal (σ_z) untuk setiap jarak

$$\sigma_z = cx^d + f$$

Perhitungan konsentrasi pencemar (C)

$$C_{(x,z)} = \frac{2Q}{(2\pi)^{0.5} \sigma_z \sigma_x \sigma_y} \left(e^{-\frac{z^2}{2\sigma_z^2}} \right)$$

Keterangan:

$C(x,z)$: konsentrasi yang mencemari di udara (g/m³)

Q : kekuatan emisi (g/s.m)

U : kecepatan angin rata-rata pada arah x (m/s)

σ_z : koefisien dispersi arah vertikal (m)

x : jarak downwind dari sumber (m)

z : Ketinggian sumber emisi (m)

Analisa dan Pembahasan

Nilai emisi karbon dioksida telah diketahui untuk setiap kelurahan di Kota Blitar. Nilai tersebut akan digunakan untuk bahan pembuatan peta persebaran emisi karbon dioksida Kota Blitar dengan menggunakan software ArcMap 10.3. Peta akan terbagi menjadi beberapa peta terpisah, yaitu peta persebaran emisi karbon dioksida sumber respirasi, peta persebaran emisi karbon dioksida sumber rumah tangga, peta

persebaran emisi karbon dioksida sumber industri, peta persebaran emisi karbon dioksida sumber penginapan, peta persebaran emisi karbon dioksida sumber rumah makan dan peta persebaran emisi karbon dioksida sumber kendaraan bermotor (line source dan per kelurahan). Analisa setiap sumber dilakukan untuk mengetahui sumber dengan karbon dioksida paling tinggi dan paling rendah. Total emisi karbon dioksida yang telah didapatkan dianalisa untuk mengetahui seberapa banyak emisi karbon dioksida yang perlu dikurangi Kota Blitar dengan target 11 persen sampai tahun 2020.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber Emisi Respirasi Penduduk

Respirasi manusia menghasilkan karbon dioksida 39,6 g dalam satu jam atau setara dengan 0,9504 kg dalam satu hari. Jumlah penduduk di Kota Blitar pada tahun 2015 adalah 146.155 jiwa dengan asumsi setiap orang menghasilkan jumlah karbon dioksida yang sama tiap harinya. Hasil perhitungan emisi menunjukkan bahwa total konsentrasi emisi karbon dioksida di Kota Blitar sebanyak 5,432 kg.m⁻³ ditampilkan pada Tabel 1. Kelurahan dengan tingkat konsentrasi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Sukorejo, dengan konsentrasi 0,504 kg.m⁻³. Tingkat konsentrasi karbon dioksida terendah berada di Kelurahan Ngadirejo, Kecamatan Kepanjenkidul dengan nilai 0,096 kg.m⁻³.

Peta persebaran pada Gambar 1 memiliki 10 interval konsentrasi emisi karbon dioksida dengan indikasi warna paling pekat menunjukkan kelurahan yang memiliki konsentrasi emisi karbon dioksida tertinggi, yaitu kelurahan Sukorejo. Kelurahan Ngadirejo memiliki konsentrasi karbon dioksida terkecil.

Sumber Emisi Penggunaan LPG

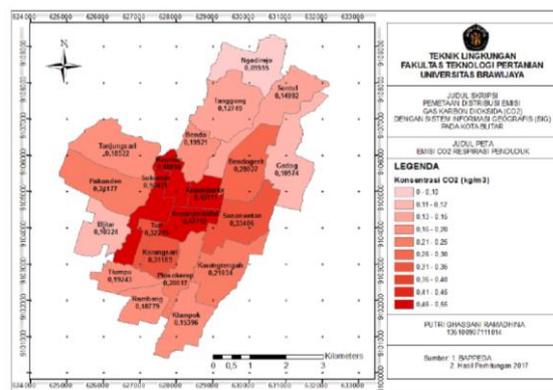
Penggunaan LPG tidak hanya diperhitungkan pada sektor rumah tangga, namun juga sektor industri dan sektor pariwisata. Sektor Industri unggulan Kota Blitar yang menggunakan LPG umumnya adalah industri makanan seperti industri Opak. Sedangkan untuk sektor pariwisata,

penggunaan LPG dibagi menjadi dua bagian, yaitu pemakaian LPG pada rumah makan dan pemakaian LPG pada penginapan di Kota Blitar. Emisi karbon dioksida dari konsumsi LPG tiap sektor dijumlahkan sehingga menghasilkan konsentrasi karbon dioksida dari pemakaian LPG total di Kota Blitar. Total emisi karbon dioksida dari pemakaian LPG sebesar 2,57385 kg.m⁻³. Kelurahan dengan konsentrasi karbon dioksida terbesar adalah Kelurahan Kepanjenlor dengan nilai 0,3021 kg.m⁻³. Konsentrasi terkecil dihasilkan oleh Kelurahan Ngadirejo dengan nilai sebesar 0,03911 kg/m³. Nilai rata-rata konsentrasi emisi karbon dioksida dari pemakaian LPG adalah 0,12255 kg.m⁻³.

Tabel 1. Emisi karbon dioksida (C) sumber respirasi penduduk

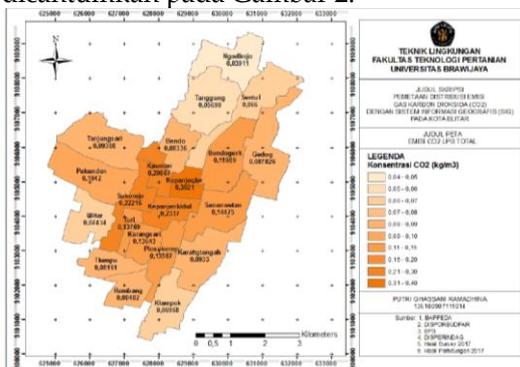
Kelurahan	Jumlah Penduduk	Pey (kg)	C (kg/m ³)
Sukorejo			
Tlumpu	3.724	1.291.840	0,192
Karangsari	5.245	1.819.469	0,312
Turi	3.123	1.083.356	0,322
Blitar	4.498	1.560.338	0,177
Sukorejo	14.091	4.888.111	0,504
Pakunden	10.424	3.616.043	0,242
Tanjungsari	8.678	3.010.363	0,185
Kepanjenkidul			
Kepanjenkidul	7.883	2.734.581	0,477
Kepanjenlor	5.741	1.991.529	0,491
Kauman	6.340	2.199.320	0,489
Bendo	5.650	1.959.962	0,195
Tanggung	5.419	1.879.829	0,127
Sentul	7.667	2.659.651	0,150
Ngadirejo	3.479	1.206.851	0,096
Sananwetan			
Rembang	3.022	1.048.319	0,188
Klompok	4.492	1.558.256	0,154
Plosokerep	4.762	1.651.918	0,200
Karangtengah	7.198	2.496.957	0,210
Sananwetan	13.549	4.700.093	0,334
Bendogerit	10.445	3.623.328	0,280
Gedog	5.341	1.852.771	0,106
TOTAL		48.832.896	5,432

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 1. Persebaran Emisi Sumber Respirasi

Sektor yang paling banyak menyumbang emisi karbon dioksida dari pemakaian LPG adalah sektor rumah tangga, yaitu sebanyak 90 persen dari total konsentrasi karbon dioksida yang dihasilkan dari pemakaian LPG. Penghasil emisi kedua terbesar adalah sektor rumah makan sebesar 5,5 persen, diikuti dengan sektor industri sebesar 2,9 persen dan sektor penginapan sebanyak 1,4 persen. Peta persebaran emisi pemakaian LPG total dicantumkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persebaran Emisi Sumber LPG

Sumber Emisi Kendaraan Bermotor

Jumlah kendaraan Kota Blitar pada tahun 2015 sebesar 143 unit mobil penumpang, 89.370 unit sepeda motor, dan 9.599 unit kendaraan pribadi roda 4 dengan total kendaraan motor sebanyak 99.112 unit. Secara lengkap data ini tersaji pada Tabel 3.

Besar kekuatan emisi dimasukkan kedalam rumus Gaussian Line Source yang melibatkan koefisien dispersi, kecepatan angin, dan ketinggian sumber dalam satuan kg/m^3 . Kecepatan angin Kota Blitar sebesar $0,777 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dengan arah utara ke selatan menurut data pengukuran Badan Lingkungan Hidup Kota Blitar. Ketinggian sumber merupakan ketinggian knalpot dari kendaraan, yaitu 0,4 m. Stabilitas atmosfer yang digunakan adalah A-B dengan arti klasifikasi antara sangat tidak stabil dan cukup tidak stabil. Hasil perhitungan konsentrasi emisi setiap jarak ditampilkan pada Tabel 4.

Jarak 0 km melambangkan titik sumber tiap ruas jalan dari 23 jalan. Konsentrasi karbon dioksida terbesar pada sumber dihasilkan oleh Jl. Bali dengan nilai sebesar $9,430 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ dan konsentrasi karbon dioksida terendah ada pada Jl. Imam Bonjol sebesar $0,659 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Hasil emisi karbon dioksida tiap jarak dianalisa secara geografis untuk melihat seberapa banyak konsentrasi karbon dioksida yang diterima oleh setiap kelurahan dari penyebaran emisi sumber kendaraan. Penyebaran dibuat sesuai dengan arah angin, dari utara ke selatan Kota Blitar. Peta penyebaran emisi sumber kendaraan digambarkan pada Gambar 3. Emisi karbon dioksida yang masuk dari tiap jalan didapatkan nilai rata-ratanya untuk menghitung total konsentrasi karbon dioksida setiap kelurahan. Kelurahan dengan konsentrasi emisi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Kepanjenkidul dengan nilai $15,696 \text{ kg}/\text{m}^3$ sedangkan konsentrasi karbon dioksida terendah terdapat pada Kelurahan Tanggung sebesar $0,484 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Besar konsentrasi karbon dioksida pada setiap kelurahan di Kota Blitar dicantumkan pada Tabel 5. Peta persebaran emisi karbon dioksida per kelurahan pada Gambar 4 menunjukkan warna paling pekat pada Kelurahan dengan konsentrasi karbon dioksida tertinggi, yaitu Kelurahan Kepanjenkidul dan Kelurahan Plosokerep. Range tersebut ada pada interval terakhir dengan $14,001-16,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Interval terkecil ada pada nilai $0-1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Kelurahan yang ada pada interval pertama atau kelas terkecil adalah Kelurahan Tanggung. Konsentrasi di Kelurahan Kepanjenkidul tinggi karena pada kelurahan tersebut merupakan pusat kantor dan kantor pemerintahan, alon-alon juga terdapat di kelurahan tersebut sehingga arus kendaraan tinggi.

Tabel 2. Emisi karbon dioksida (C) LPG total

Kelurahan	C (kg/m ³)
Sukorejo	0,850
1. Tlumpu	0,082
2. Karang Sari	0,136
3. Turi	0,138
4. Blitar	0,074
5. Sukorejo	0,222
6. Pakunden	0,104
7. Tanjungsari	0,093
Kepanjenkidul	0,988
1. Kepanjenkidul	0,234
2. Kepanjenklor	0,302
3. Kauman	0,207
4. Bendo	0,083
5. Tanggung	0,057
6. Sentul	0,066
7. Ngadirejo	0,039
Sananwetan	0,736
1. Rembang	0,085
2. Klampok	0,070
3. Plosokerep	0,136
4. Karangtengah	0,093
5. Sananwetan	0,145
6. Bendogerit	0,120
7. Gedog	0,088
TOTAL	2,574

Tabel 3. Volume lalu lintas kendaraan

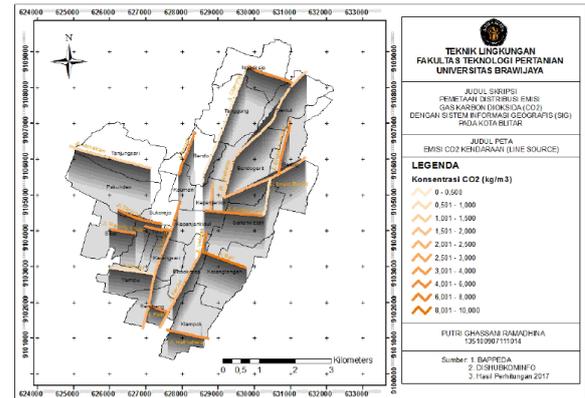
Nama Jalan	Volume Lalu Lintas ⁽¹⁾ (kendaraan/jam)			Volume Lalu Lintas ⁽²⁾ (SMP/jam)		
	SM	MP	T/B	SM	MP	T/B
Imam Bonjol	2.663	266	75	532,4	266	97,5
Bali	3.602	322	71	720,4	322	92,3
Cemara	1.637	152	33	327,4	152	42,9
Tanjung	2.728	291	55	545,6	291	71,5
Veteran	3.032	254	24	606,4	254	31,2
A. Yani	2.634	256	38	526,8	256	49,4

Keterangan: SM (Sepeda motor), MP (Mobil penumpang), T/B (Truk/Bus), SMP (Satuan Mobil Penumpang)

Sumber: 1. Tim Klinik Transportasi Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika, 2015 2. Hasil Perhitungan, 2017.

Total Emisi CO₂ Kota Blitar

Emisi karbon dioksida total diperoleh dari penjumlahan konsentrasi karbon dioksida dari respirasi penduduk, pemakaian LPG rumah tangga, pemakaian LPG industri, pemakaian LPG rumah makan, pemakaian LPG penginapan dan kendaraan bermotor. Hasil penjumlahan menunjukkan total emisi karbon dioksida di Kota Blitar sebesar 114,443 kg.m⁻³. Total konsentrasi karbon dioksida dari tiap sumber per kelurahan dicantumkan pada Tabel 6. dengan satuan kg.m⁻³.

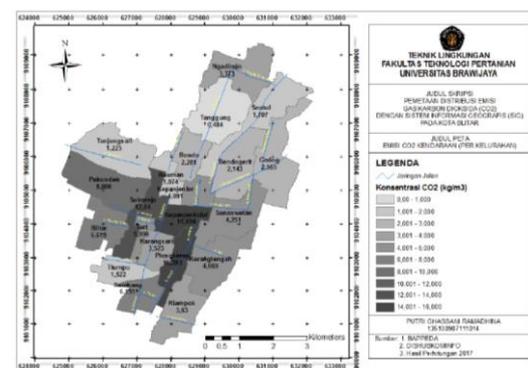


Gambar 3. Peta Persebaran Emisi Sumber Kendaraan Line Source

Tabel 4. Kekuatan Emisi (Q)

Nama Jalan	Q (kg/jam.km)
Jl. Imam Bonjol	168,453
Jl. Bali	196,856
Jl. Cemara	91,730
Jl. Tanjung	164,918
Jl. Veteran	138,015
Jl. A. Yani	141,860
Jl. Widuri	91,730
Jl. Sukun	91,730
Jl. Rayung Wulan	91,730
Jl. Angrek	91,730
Jl. Mahakam	91,730
Jl. Dr. Wahidin	91,730
Jl. Wilis	91,730
Jl. Kapuas	91,730
Jl. Ciliwung	91,730
Jl. Soekarno	91,730
Jl. Mayjen DI Panjaitan	91,730
Jl. Palembang	91,730
Jl. Halmahera	91,730
Jl. Kenari	91,730
Jl. S. Supriyadi	91,730
Jl. Dirjen Katamso	91,730
TOTAL	2.461,243

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4. Peta Persebaran Emisi Sumber Kendaraan per Kelurahan

Kelurahan dengan konsentrasi karbon dioksida tertinggi dari berbagai sumber adalah Kelurahan Kepanjenkidul dengan konsentrasi 16,406 kg.m⁻³ seperti yang

ditampilkan pada Gambar 5. Kelurahan Kepanjenkidul terletak ditengah Kota Blitar dimana banyak kegiatan dan transportasi yang berlokasi di kelurahan ini. Kawasan tersebut juga merupakan kawasan strategis dengan jumlah rumah tangga, penginapan, restoran dan kendaraan yang besar sehingga menghasilkan 14,3 persen dari emisi karbon dioksida total Kota Blitar. Konsentrasi terendah ada pada Kelurahan Tanggung dengan nilai 0,669 kg.m⁻³, yaitu mewakili 0,6 persen dari emisi total. Tidak ada satupun penginapan atau industri yang berlokasi pada Kelurahan Tanggung, kendaraan yang melewati kelurahan tersebut juga cenderung sedikit sehingga konsentrasi karbon dioksida yang dihasilkannya kecil. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di Kota Blitar sebesar 5,450 kg.m⁻³.

Tabel 5. Konsentrasi Karbon dioksida (C) kendaraan per kelurahan

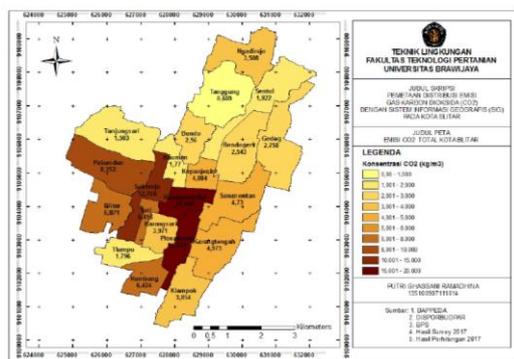
Kelurahan	C (kg/m ³)
Sukorejo	38,930
1. Tlumpu	1,522
2. Karang Sari	3,523
3. Turi	5,996
4. Blitar	6,619
5. Sukorejo	12,040
6. Pakunden	8,006
7. Tanjungsari	1,225
Kepanjenkidul	28,706
1. Kepanjenkidul	15,696
2. Kepanjenlor	4,091
3. Kauman	1,074
4. Bendo	2,281
5. Tanggung	0,484
6. Sentul	1,707
7. Ngadirejo	3,373
Sananwetan	38,802
1. Rembang	6,151
2. Klampok	3,630
3. Plosokerep	15,393
4. Karangtengah	4,669
5. Sananwetan	4,251
6. Bendogerit	2,143
7. Gedog	2,565
TOTAL	106,438

Setiap sumber emisi karbon dioksida menghasilkan konsentrasi yang berbeda beda, mulai dari konsentrasi rendah sampai tinggi dengan perbandingan yang ditampilkan pada Gambar 6. Sektor transportasi atau kendaraan menghasilkan emisi karbon dioksida paling tinggi dibandingkan sumber lainnya dengan nilai

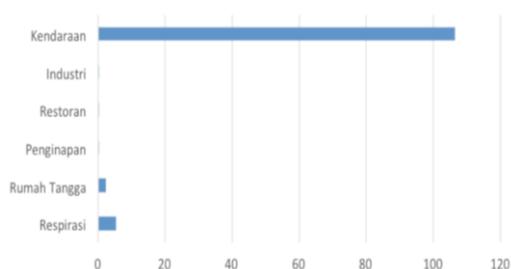
106,438 kg/m³ yang merupakan 93 persen dari emisi total yang dihasilkan Kota Blitar. Konsentrasi tertinggi kedua dihasilkan oleh respirasi manusia dengan nilai 5,432 kg.m⁻³ mewakili 4,75 persen dari emisi total. Penyumbang karbon dioksida sebanyak 2 persen dihasilkan oleh penggunaan LPG sektor rumah tangga konsentrasi 2,322 kg/m³. Emisi karbon dioksida terbesar ketiga didapatkan dari penggunaan LPG rumah makan sebesar 0,141 kg/m³ dan mewakili 0,12 persen dari emisi total. Sebesar 0,06 persen karbon dioksida dihasilkan oleh pemakaian LPG pada industri opak dengan konsentrasi 0,074 kg/m³. Konsentrasi paling kecil didapatkan dari pemakaian LPG penginapan yaitu sebanyak 0,03 persen dengan konsentrasi 0,037 kg.m⁻³. Kota Blitar merupakan Kota yang tidak terlalu besar sehingga dalam hal bisnis seperti industri makanan, penginapan dan rumah makan tidak menyumbang emisi karbon dioksida terlalu banyak ke atmosfer. Kurangnya angkutan umum dan banyaknya pemakaian mobil pribadi menyebabkan sektor kendaraan menghasilkan konsentrasi karbon dioksida yang tinggi ke atmosfer.

Tabel 6. Emisi Karbon dioksida (C) total per kelurahan

Kelurahan	Total (kg/m ³)	Persentase (%)
Tlumpu	1,796	1,6
Karang Sari	3,971	3,5
Turi	6,456	5,6
Blitar	6,871	6,0
Sukorejo	12,766	11,2
Pakunden	8,352	7,3
Tanjungsari	1,503	1,3
Kepanjenkidul	16,406	14,3
Kepanjenlor	4,884	4,3
Kauman	1,770	1,5
Bendo	2,560	2,2
Tanggung	0,669	0,6
Sentul	1,922	1,7
Ngadirejo	3,508	3,1
Rembang	6,424	5,6
Klampok	3,854	3,4
Plosokerep	15,729	13,7
Karangtengah	4,973	4,3
Sananwetan	4,730	4,1
Bendogerit	2,543	2,2
Gedog	2,758	2,4



Gambar 5. Peta Persebaran Emisi Sumber Kendaraan per Kelurahan



Gambar 6. Grafik Perbandingan Sumber Emisi Total

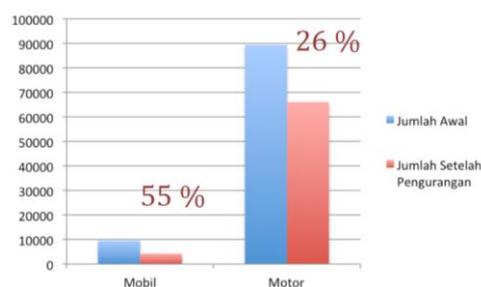
Estimasi Pengurangan Emisi CO₂

Total emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh Kota Blitar pada tahun 2015 sebesar 114,443 kg.m⁻³. Melalui data tersebut, maka 11 persen yang mewakili total emisi karbon dioksida adalah 12,589 kg.m⁻³ harus dikurangi dalam kurun waktu sampai 2020.

Skenario 1: Mengurangi operasional kendaraan

Hal yang perlu dilakukan untuk mengurangi emisi karbon dioksida adalah dengan mengurangi pemakaian energi. Sektor kendaraan menjadi sektor utama pengurangan karena memberi sumbangan emisi karbon dioksida paling besar diantara sumber lain. Konsentrasi karbon dioksida yang dikeluarkan satu mobil sebesar 0,0012 kg/m³, satu motor 0,0003 kg.m⁻³ dan truk/bus 0,001 kg/m³ selama satu tahun. Bila konsentrasi karbon dioksida yang dihasilkan oleh tiap kendaraan telah diketahui, dapat dihitung berapa banyak kendaraan yang perlu dikurangi pemakaiannya. Pemakaian mobil dapat dikurangi sebanyak 10.500 unit mobil,

pemakaian motor dikurangi 46.540 unit motor atau pemakaian truk/bus dikurangi 12.723 unit. Angka pengurangan tersebut dianggap terlalu besar, apalagi karena jumlah total mobil di Kota Blitar hanya sebanyak 9.599 unit. Pengurangan kendaraan dengan kombinasi seimbang antara masing-masing jenis direkomendasikan. Kombinasi pengurangan yang dapat dilakukan adalah pengurangan mobil sebanyak 5.250 unit, pengurangan motor sebanyak 23.269 unit secara total.



Gambar 7. Grafik Pengurangan Operasional Kendaraan

dikurangi tercantum dalam Gambar 7. Kendaraan mobil dapat dikurangi 55 persen dari jumlah awal, yaitu 9.599 unit menjadi 4.249 unit mobil. Motor dikurangi 26 persen dari jumlah awal 89.370 unit menjadi 66.101 unit motor, sedangkan untuk jumlah truk atau bus tidak bisa dibandingkan karena data kepemilikan truk dan bus tidak tersedia di Kota Blitar. Upaya untuk mengurangi emisi karbon dioksida paling efisien adalah dengan mengurangi jumlah operasional kendaraan, terutama mobil sebanyak 55 persen. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah transportasi umum yang memadai, atau penggalakan program *bike to work/school* kepada masyarakat Kota Blitar. Penarikan pajak yang lebih juga dapat dilakukan pada keluarga yang memiliki kendaraan berlebih, melalui perhitungan skenario diatas, satu KK dapat memiliki 1 motor dan setiap 10 KK memiliki 1 mobil.

Skenario 2: Mengganti kendaraan berbahan bakar solar menjadi bensin

Adapun skenario perhitungan yang dapat dilakukan bila seluruh mobil penumpang dan truk atau bus bahan bakarnya diganti

dengan premium. Bahan bakar diesel atau solar memiliki konsumsi energi sebesar 11,36 Lt tiap 100 km untuk mobil penumpang dan 16,355 Lt tiap 100 km untuk truk atau bus, sementara konsumsi energi truk atau bus berbahan bakar bensin hanya 9,73 Lt tiap 100 km dan 11,79 Lt tiap 100 km untuk mobil penumpang. Faktor emisi mobil penumpang awalnya merupakan rata-rata faktor emisi mobil bensin dan solar, yaitu sebesar 2761,38 g.lt⁻¹ dan faktor emisi bensin menurun menjadi 2597,86 g.lt⁻¹. Sama halnya dengan truk/bus, faktor emisi awal sebesar 2924,9 g.lt⁻¹ dan diganti oleh faktor emisi bensin menjadi 2597,85 g.lt⁻¹. Penurunan konsentrasi karbon dioksida dilihat pada hasil konsentrasi karbon dioksida total pada line source jarak 0 km. Awalnya konsentrasi total pada 0 km sebesar 106,096 kg.m⁻³, penggantian bahan bakar mobil penumpang dan truk atau bus menjadi bensin menghasilkan konsentrasi total pada 0 km sebanyak 93,105 kg.m⁻³. Bila skenario ini digunakan, konsentrasi karbon dioksida yang dapat dikurangi adalah 12,99 kg.m⁻³. Nilai tersebut menunjukkan dapat terjadinya penurunan 12,25 persen konsentrasi karbon dioksida bila bahan bakar truk atau bus disubstitusi dengan premium.

Skenario 3: Menggunakan filter pada kendaraan bermotor

Aplikasi filter gas buang berbahan keramik berpori dengan *clay* pada kendaraan bermotor dapat mengurangi emisi karbon dioksida yang dikeluarkan melalui knalpot. Menurut Sarumpaet (2009), filter keramik berpori yang berbahan limbah padat pulp ini dapat mengabsorpsi 43,11 persen karbon dioksida secara optimal. Bila setiap kendaraan di Kota Blitar menggunakan filter tersebut, maka emisi karbon dioksida yang dihasilkan dapat berkurang 43,11 persen (49,336 kg.m⁻³) dari 114,443 kg.m⁻³ menjadi 65,107 kg.m⁻³.

Dari penelitian ini diketahui bahwa Total emisi karbon dioksida di Kota Blitar sebesar 144,443 kg.m⁻³ dengan penghasil terbesar dari sektor kendaraan yaitu 106,438 kg.m⁻³, dan penghasil terkecil dari sektor penginapan dengan konsentrasi 0,037 kg.m⁻³. Kelurahan yang memiliki

konsentrasi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Kepanjenkidul sebesar 16,406 kg.m⁻³ dan konsentrasi terendah ada pada Kelurahan Tanggung dengan nilai 0,669 kg.m⁻³. Kota Blitar menargetkan pengurangan GRK sebanyak 11 persen dari total emisi karbon dioksida, yaitu sebesar 12,589 kg.m⁻³.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEDA. 2013. Integrated Climate Change Strategy in Blitar. Diakses pada 2 November 2016. www.paklim.org/index.php/about/climate-change-strategies-incities/strategy-in-blitar.html
- ESDM. 2007. Blue Print Program Pengalihan Minyak Tanah ke LPG (dalam rangka pengurangan subsidi BBM) 2007-2012. Jakarta.
- ESDM. 2013. Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi. Pusat Data dan Teknologi Informasi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Permen PU. 2012. Rencana Aksi Nasional Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim tahun 2012-2020. Kementerian Pekerjaan Umum
- Rau, J.G dan D.C. Wooten. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. Mc-Graw Hill Book. New York