

Pemodelan Spasial Beban Sumber Emisi Gas Rumah Kaca di Kecamatan Driyorejo

Dimas Fikry Syah Putra dan Joni Hermana

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: jonihermana@enviro.its.ac.id

Abstrak—Kecamatan Driyorejo merupakan salah satu kecamatan yang mengalami proses urbanisasi *hinterland* dari Kota Surabaya yang menyebabkan pencemaran udara dari berbagai kegiatan. Selama ini aspek keruangan di bidang udara tidak dimasukkan dalam pembahasan rencana tata ruang dan ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik dan di Indonesia. Metode perhitungan beban emisi menggunakan rumus *default* IPCC tahun 2006 pada tier-1. Memodelkan spasial menggunakan *software* ArcGIS 10.1 yang ditampilkan secara visual. Besarnya total perkiraan emisi gas rumah kaca di Kecamatan Driyorejo adalah untuk beban sumber emisi CO₂ dari kegiatan industri sebesar 18766405,94 kg CO₂/tahun, kegiatan transportasi 37070628 kg CO₂/tahun, kegiatan pertanian 123588,40 kg CO₂/tahun, kegiatan permukiman 9514595,13 kg CO₂/tahun. Untuk beban sumber emisi CH₄ dari kegiatan pertanian sebesar 101925 kg CH₄/tahun, kegiatan peternakan 19718 kg CH₄/tahun, kegiatan transportasi 21929 kg CH₄/tahun. Untuk beban sumber emisi N₂O dari kegiatan pertanian sebesar 6336,80 kg N₂O/tahun, kegiatan transportasi 861,55 N₂O/tahun. Hasil pemodelan spasial beban sumber emisi menunjukkan kelurahan Karangandong mempunyai tingkat emisi besar. Arah penataan ruang untuk wilayah dengan tingkat emisi besar agar dibuat ruang terbuka hijau publik.

Kata Kunci— ArcGIS 10.1, Gas rumah kaca, Pemodelan spasial, Penataan ruang.

I. PENDAHULUAN

SEIRING perkembangan pembangunan perkotaan di Indonesia, lingkungan telah mengalami banyak perubahan akibat pencemaran. Salah satu dampaknya adalah pemanasan global (*global warming*). Hal paling mendasar dari kerusakan lingkungan yaitu karena aktivitas manusia dan bencana lingkungan. Permasalahan lingkungan timbul akibat daya tampung dan daya dukung yang tidak seimbang. Untuk mengatasi permasalahan ini salah satunya dengan menyelaraskan pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan hidup dalam melaksanakan pembangunan daerah yaitu penataan ruang. Penataan ruang adalah suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Perencanaan tata ruang merupakan perencanaan struktur dan pola pemanfaatan ruang meliputi tata guna tanah, air, udara dan sumber daya alam lainnya. Dalam perencanaan tata ruang menjelaskan aturan-aturan ruang yang digunakan untuk berbagai macam

kegiatan, agar sesuai dengan daya dukung lingkungan dalam ruang tersebut. Dalam penjelasannya dikatakan bahwa tata guna tanah, air, udara dan sumber daya alam lainnya merupakan bagian tidak terpisahkan dan merupakan satu kesatuan dari perencanaan struktur dan pola pemanfaatan ruang supaya peningkatan kualitas tata ruang dapat terus berlangsung [1].

Pencemaran udara dapat menimbulkan dampak-dampak sosial, dampak terhadap kesehatan, ketidaknyamanan terhadap penduduk, dan dampak terhadap lingkungan sekitar bahkan dampak secara global. Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah yang difungsikan sebagai wilayah penyangga (*buffer zone*) dari Kota Surabaya utamanya dalam lingkup kawasan Gerbangkertasusila (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Sidoarjo, dan Surabaya). Perkembangan wilayah di Kabupaten Gresik berjalan cukup pesat sebagai upaya memacu pertumbuhan, percepatan, dan pemerataan pembangunan antar daerah utamanya pada sektor-sektor strategis guna mendorong peningkatan pendapatan daerah. Limpahan kegiatan difokuskan pada pemenuhan kebutuhan pemukiman bagi penduduk Kota Surabaya maupun Kabupaten Gresik serta ekspansi kegiatan industri dari perkotaan Surabaya [2].

Salah satu Kecamatan yang teridentifikasi telah mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang cukup pesat di Kabupaten Gresik adalah Kecamatan Driyorejo. Kecamatan Driyorejo telah mengalami proses urbanisasi sebagai *hinterland* dari Kota Surabaya. Beberapa ciri-ciri sebagai *Extended Metropolitan Region* yaitu tumbuhnya perumahan/*real estate* disertai kepadatan penduduk tinggi, transformasi kegiatan pertanian ke non pertanian utamanya sektor industri, konsep *mix used* dalam penggunaan lahan, mobilitas penduduk yang tinggi dan lain sebagainya. Pada tahun 2011 jumlah kasus penyakit ISPA mencapai 488 penderita [3]. Melihat dari data tersebut dikhawatirkan jumlah ini akan terus meningkat seiring perkembangan kota. Meskipun dampaknya sangat berbahaya bagi kehidupan, selama ini masalah pencemaran udara belum menjadi agenda utama pemerintah Indonesia, baik dalam pengelolaan dan aspek penataan ruang kota [4]. Umumnya kontribusi GRK di Indonesia berasal dari pembakaran hutan dan kegiatan transportasi, terbesar kedua berasal dari kegiatan industri dan sampah, sisanya dari kegiatan pertanian dan peternakan [5].

Kompleksnya permasalahan pencemaran udara di perkotaan memerlukan upaya pengelolaan strategi, rencana aksi dan pengendalian yang komprehensif tentunya dibarengi dengan peran aktif dari *stakeholders* terkait. Strategi dalam penataan ruang juga memerlukan pertimbangan dasar multi-dimensi. Lingkungan udara telah banyak dijadikan pertimbangan dalam penataan ruang perkotaan di banyak negara, mengingat ketentuan dan undang-undang yang berlaku dalam menciptakan lingkungan hidup yang nyaman dan sehat bagi penduduk [6]. Salah satu bentuk upaya menyeimbangkan pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan hidup adalah melalui proses penataan ruang [7].

Mengacu pada permasalahan diatas perlu dilakukan perhitungan beban emisi gas rumah kaca pada Kecamatan Driyorejo dengan pendekatan pemodelan spasial untuk analisis keruangan pada penyusunan Rencana Tata ruang dan Wilayah Kecamatan Driyorejo serta dapat memberikan arahan untuk wilayah di Kecamatan Driyorejo yang termasuk daerah dengan beban emisi tinggi didalam upaya perencanaan pengembangan wilayah dan juga penelitian ini dapat mendeskripsikan kondisi eksisting beban emisi di Kecamatan Driyorejo.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Tahap persiapan meliputi studi pustaka awal dan identifikasi masalah, serta kebutuhan kelengkapan data awal. Studi pustaka awal dan identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui latar belakang sebagai dasar untuk melakukan penelitian, tinjauan pustaka sebagai kajian-kajian untuk pendukung analisis, serta langkah-langkah yang akan dilakukan untuk melakukan analisis.

Pengumpulan data didapat dengan melakukan observasi lapangan dan survei secara langsung terhadap kebutuhan data yang diperlukan, sedangkan data sekunder diperoleh dengan mengumpulkan data-data dari berbagai instansi terkait.

B. Analisis dan Pembahasan

❖ Data Primer

• Bidang energi (Transportasi)

Untuk Sumber emisi bergerak dari transportasi jalan raya meliputi mobil pribadi (sedan, minivan, jeep dll), kendaraan niaga (bus, minibus, pick-up, truk dll) dan sepeda motor. Estimasi emisi CO₂, CH₄, N₂O dari transportasi jalan raya dilakukan dengan Tier-1. Bidang transportasi yang diukur jalannya kelas jalan kolektor primer. Pada wilayah studi kelas jalan kolektor primer dibagi dua jenis yaitu kolektor primer 2 dan kolektor primer 4. Untuk kolektor primer 2 pada ruas jalan Karang Andong, kolektor primer 4 pada ruas jalan Randegansari

$$Emisi CO_2 = \sum_a KonsumsiBB_a * FE_a \dots\dots\dots(1)$$

Waktu pengambilan sampel ditentukan berdasarkan data sekunder pada masing-masing jalan yang akan disurvei. Data hari dan jam puncak ini didapat dari Dinas Perhubungan Kabupaten Gresik. Menurut data yang ada, didapatkan jam puncak yang kemudian diambil 3 jam dari interval jam puncak tersebut. Perhitungan jumlah kendaraan rata-rata tiap jalan diperoleh dengan menganalogikan data sekunder yang didapat (data dari Dinas Perhubungan Kabupaten Gresik) dengan data primer survey volume kendaraan selama tiga jam puncak.

Perhitungan rasio analogi dilakukan untuk mengetahui perbandingan data primer yang telah didapat dengan data sekunder yang ada. Penganalogian ini dilakukan karena data primer yang didapat dari survey memiliki kondisi waktu yang berbeda (perbedaan waktu survey). Perhitungan rasio analogi dilakukan dengan persamaan (19) berikut.

$$Rasio Analogi = \frac{Data 1 (kendaraan/3 jam)}{Data 2 (kendaraan/3 jam)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

Data 1 = data puncak dari data primer (kendaraan/3 jam)

Data 2 = data jam puncak dari data sekunder (kendaraan/3 jam)

Rasio analogi akan digunakan dalam perhitungan total kendaraan rata-rata tiap jalan. Perhitungan ini dilakukan pada tiap jalan yang disurvei, kemudian dirata-rata untuk tiap jenis jalan. Perhitungan total kendaraan rata-rata tiap jalan ini dihitung dengan persamaan berikut:

$$Total kendaraan rata-rata tiap jalan ini (kendaraan/jam) = Rasio analogi \times Total kendaraan rata-rata data sekunder (kendaraan/jam) \dots\dots\dots(3)$$

• Bidang Pemukiman

Estimasi perhitungan pada bidang pemukiman difokuskan pada aktivitas penggunaan bahan bakar LPG. Pemukiman jenis rumah tangga yang dihitung rumah tinggal saja. Berikut persamaan perhitungan emisi CO₂.

$$Emisi CO_2 = a \times EF_{CO_2} \times NCV \dots\dots\dots(4)$$

Penentuan sampling kuesioner penggunaan bahan bakar LPG ke penduduk menggunakan rumus standar statistika. Metode sampling dengan menggunakan kuesioner dengan teknik wawancara. Pengambilan sampel menggunakan metode *accidental* yaitu mengambil responden dengan memilih siapa yang kebetulan ada/dijumpai. Berikut ini penjelasan rumus:

$$n = \frac{N}{1 + Nxe^2}$$

Dimana:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah Populasi

E = Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

❖ Data Sekunder

• Bidang Energi (Industri)

Banyaknya bahan bakar direpresentasikan sebagai data aktivitas sedangkan jenis bahan bakar direpresentasikan oleh

faktor emisi. Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah:

$$\text{Emisi GRK} \left(\frac{\text{kg}}{\text{Tahun}} \right) = \text{Konsumsi energi} \left(\frac{\text{tj}}{\text{Tahun}} \right) \times \text{faktor emisi} \left(\frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Kemudian digunakan persamaan 2 ini untuk dikonversikan ke dalam satuan energi TJ (terra joule) dengan persamaan 3.

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} = \text{Konsumsi Energi (sat.fisik)} \times \text{Nilai Kalor} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{Sat.Fisik}} \right) \dots \dots \dots (6)$$

Besar konsumsi bahan bakar tiap komoditi berdasarkan data dari penelitian sebelumnya. Perhitungan emisi karbon menggunakan rumus seperti dibawah ini.

$$\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}} = \text{Konsumsi}_{\text{BB}} \times \text{Faktor Emisi}_{\text{GRK, BB}} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Total Emisi}_{\text{GRK}} = \sum_{\text{BB}} \text{Emisi}_{\text{GRK, BB}} \dots \dots \dots (7)$$

Nilai konsumsi bahan bakar tiap komoditas industri menggunakan data dari hasil tugas akhir tentang kajian *carbon footprint* industri di kota Surabaya tahun 2010.

• **Pertanian**

Sumber emisi pertanian berasal dari emisi CO₂ penggunaan pupuk urea bagi tanaman pangan seperti sawah, CH₄ dari dekomposisi bahan organik, biomassa diabaikan karena pada tier-1 bernilai nol, emisi N₂O langsung dan tidak langsung dari tanah yang dikelola untuk tanaman pangan. Rumus dasarnya:

$$\text{Emisi GRK} = \text{DA} \times \text{FE} \dots \dots \dots (8)$$

Emisi CH₄ dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\text{CH}_4_{\text{rice}} = \sum_{\text{ijk}} (\text{EF}_{\text{ij,k}} \times \text{t}_{\text{ij,k}} \times \text{A}_{\text{ij,k}}) \dots \dots \dots (9)$$

Emisi untuk masing-masing sub-unit (ekosistem) disesuaikan dengan mengalikan faktor emisi *default* (tier-1) dengan berbagai faktor skala.

$$\text{EF}_i = (\text{EF}_c \times \text{SF}_w \times \text{SF}_p \times \text{SF}_o \times \text{SF}_{s,r}) \dots \dots \dots (10)$$

Perhitungan emisi CO₂ penggunaan pupuk urea sebagai berikut.

$$\text{Emisi CO}_2 = (\text{M}_{\text{urea}} \times \text{EF}_{\text{urea}}) \dots \dots \dots (11)$$

Persamaan untuk menduga emisi N₂O langsung dari tanah yang dikelola adalah sebagaimana berikut ini.

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{Direct}} = \text{N}_2\text{O-N}_{\text{N input}} + \text{N}_2\text{O-N}_{\text{OS}} + \text{N}_2\text{O-N}_{\text{PRP}} \dots \dots \dots (12)$$

Persamaan untuk menduga emisi N₂O tidak langsung dari tanah yang dikelola adalah:

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{indirect}} = (\text{N}_2\text{O}_{\text{(ATD)}} - \text{N} + \text{N}_2\text{O}_{\text{(L)}} - \text{N}) \dots \dots \dots (13)$$

• **Perternakan**

Emisi CO₂ dari perternakan tidak diperkirakan karena emisi CO₂ diserap oleh tanaman melalui fotosintesis dikembalikan ke atmosfer sebagai O₂ melalui respirasi dan emisi N₂O diabaikan karena minim yang dihasilkan. Berikut persamaan populasi ketiga jenis ternak yang diasumsikan sebagai *animal unit* (AU).

$$\text{N}_{\text{(T)in animal unit}} = \text{N}_{\text{(x)}} \times \text{K}_{\text{(T)}} \dots \dots \dots (14)$$

$$\text{Emissions} = \text{EF}_{\text{(T)}} \times \text{N}_{\text{(T)}} \times 10^6 \dots \dots \dots (15)$$

Estimasi emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan menggunakan persamaan dari IPCC (2006), sebagai berikut.

$$\text{CH}_4_{\text{manure}} = \sum_T \frac{\text{EFT} + \text{NT}}{10^6} \dots \dots \dots (16)$$

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. *Transportasi*

Penelitian studi kontribusi kegiatan transportasi terhadap emisi CO₂, CH₄ dan N₂O ini dilakukan pada kedua ruas jalan kolektor yaitu kolektor primer 2 yaitu ruas jalan Karangandong, kolektor primer 4 pada ruas jalan Randegansari. Tiap-tiap jenis kendaraan dihitung jumlah emisi CO₂, CH₄, N₂O rata-rata yang dihasilkan dari masing-masing jenis jalan. Hasil perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O untuk kedua jalan selengkapnya dapat dilihat pada masing-masing Tabel 1.

Tabel 1.
Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O Pada Kedua Jalan

No	Nama Jalan	Panjang (km)	Emisi (kgCO ₂ /th)	Emisi (kgCH ₄ /th)	Emisi (kgN ₂ O/th)
1	Karang Andong Randegan	4	27611496,1	14675,64	419,55
2	sari	5.9	9459131,9	7253,51	442,01

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa emisi gas rumah kaca paling besar untuk kegiatan transportasi jalan ada pada ruas jalan Karangandong. Namun untuk emisi N₂O jalan Randegansari tinggi tingkat emisinya. Hal ini disebabkan masalah panjang jalan yang berbeda. Untuk emisi CO₂ dan CH₄ hal ini dikarenakan dari jumlah kendaraan yang jauh lebih besar pada jalan Karang Andong dibanding jalan Randegansari.

B. *Pemukiman*

Sumber emisi dari kegiatan domestik yang digunakan untuk menghitung emisi CO₂ adalah berasal dari penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak sehari-hari. Data didapat secara survei melalui wawancara dengan menggunakan kuesioner. Metode sampling menggunakan metode *accidental*. Berikut Tabel 2 yang menjelaskan lengkap hasil perhitungan rata-rata emisi CO₂ penggunaan LPG Rumah Tangga.

Tabel 2.
Rata-rata Emisi CO₂ Penggunaan LPG Rumah Tanga

No	Kelurahan	Rata-rata LPG (Kg)	Jumlah Rumah Tangga	Rata-Rata Emisi CO ₂ Kg CO ₂ /Tahun
1	Krikilan	9,43	1504	507851,34
2	Driyorejo	13,71	1648	809423,47
3	Cangkir	9,43	1264	426704,54
4	Bambe	8,14	1986	579286,50

No	Kelurahan	Rata-rata LPG (Kg)	Jumlah Rumah Tangga	Rata-Rata Emisi CO ₂ Kg CO ₂ /Tahun
5	Mulung	6	1075	230924,40
6	Tenaru	49,5	914	1621112,53
7	Petiken	9	2632	848270,05
8	Kesamben Wetan	15	1310	703507,14
9	Sumput	13	2073	965053,85
10	Tanjungan	9,5	1151	391659,27
11	Banjaran	7,5	1395	374720,30
12	Karangandong	9	1164	375203,81
13	Mojosari Rejo	6,5	2244	522405,76
14	Wedoroanom	10,5	907	341089,49
15	Randegansari	7.00	1890	473839,86
16	Gadung	8.00	1199	343542,85
Total			36242	9514595.13

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan konsumsi energi LPG rumah tangga tertinggi pada Kelurahan Tenaru dan terkecil pada Kelurahan Mulung. Konsumsi energi LPG di Kelurahan Tenaru tinggi karena rata-rata masyarakatnya banyak membuka warung makan yang mengakibatkan tinggi konsumsi LPG. Sedangkan di Kelurahan Mulung terkecil karena kelurahan tersebut termasuk masih daerah tertinggal dibanding dengan kelurahan lainnya.

C. Industri

Emisi gas rumah kaca pada industri berasal dari proses produksi. Umumnya emisi dari proses produksi pada industri yang dihasilkan dari reaksi kimia atau secara fisik menghasilkan zat sisa. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa penghasil emisi CO₂ paling besar yaitu wilayah Kecamatan Krikilan yaitu sebesar 5857089,26Kg CO₂/Tahun, sedangkan yang paling kecil terdapat pada Kelurahan Sumput yaitu sebesar 22639,03Kg CO₂/Tahun. Ini menunjukkan pusat industri ada pada kelurahan Krikilan karena wilayah tersebut berseberangan dengan daerah aliran sungai (DAS) Brantas yang memudahkan pihak industri membuang limbahnya dan juga merupakan jalur padat lalu lintas kendaraan bermotor bermuatan besar (truk) yang menandakan sepanjang jalan di Kelurahan Krikilan kegiatan industrinya beraktifitas tinggi. Berikut Tabel 3 yang menunjukkan keseluruhan emisi CO₂ yang dihasilkan masing-masing Kelurahan.

Tabel 3.
Kontribusi Total Emisi CO₂ Tiap-Tiap Kelurahan

No	Kelurahan	Total Emisi CO ₂ Kg CO ₂ /Tahun
1	Krikilan	5857089.26
2	Driyorejo	5699291.83
3	Cangkir	1621900.80

No	Kelurahan	Total Emisi CO ₂ Kg CO ₂ /Tahun
4	Bambe	4212549.43
5	Sumput	22639.03
6	Tanjungan	563272.63
7	Karangandong	540633.60
8	Kesamben Wetan	157797.43
9	Mojosari Rejo	91231.92

D. Pertanian

Sumber emisi CH₄ dari kegiatan pertanian dihasilkan pada lahan sawah. Setiap sawah yang ada di Kecamatan Driyorejo diasumsikan digunakan untuk menanam padi karena periode tanam padi ada pada bulan Januari - April. Perhitungan emisi CH₄ dari kegiatan pertanian dengan menggunakan persamaan 9. Kondisi ini diasumsikan sama untuk semua persawahan di Kecamatan Driyorejo. Yang membedakan terletak pada luas lahan persawahan padi tiap kelurahan. Berikut Tabel 4 menunjukkan estimasi emisi CH₄ persawahan padi.

Tabel 4.
Estimasi Emisi CH₄ Persawahan Padi

No	Kelurahan	Luas Sawah (ha)	Lama Budidaya Padi 1 Tahun (hari)	Efi (kgCH ₄ /ha/hr)	Estimasi Emisi CH ₄ (kgCH ₄ /th)
1	Krikilan	44			2970
2	Driyorejo	20			1350
3	Cangkir	36			2430
4	Bambe	20			1350
5	Mulung	126			8505
6	Tenaru	90			6075
7	Petiken	48			3240
8	Kesamben Wetan	106	150	0,45	7155
9	Sumput	106			7155
10	Tanjungan	102			6885
11	Banjaran	89			6008
12	Karangandong	90			6075
13	Mojosari Rejo	82			5535
14	Wedoroanom	168			11340
15	Randegansari	290			19575
16	Gadung	93			6278

Menurut tabel diatas emisi CH₄ tertinggi ada pada kelurahan Randegansari karena lahan persawahan padi masih banyak yang produktif sedangkan emisi CH₄ terendah ada pada Kelurahan Bambe dan Kelurahan Driyorejo karena umumnya pada kedua kelurahan tersebut telah terjadi konversi lahan pertanian menjadi lahan industri yang

menyebabkan sedikit sekali lahan persawahan padi yang produktif didaerah tersebut.

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO₂ yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Jumlah pupuk urea yang digunakan dapat dihitung melalui pendekatan luas tanam dan dosis rekomendasi. Dalam wilayah studi, pertanian yang dihitung berupa tanaman pangan seperti padi, kacang tanah, kacang hijau, ubikayu, dan kedelai. Untuk perhitungan emisi CO₂ tiap kelurahan penggunaan urea dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.
CO₂ Penggunaan Urea

Kelurahan	Total Penggunaan Pupuk (ton)	FE Urea	Emisi (ton CO ₂ /th)	Emisi (kg CO ₂ /th)
Krikilan	20,1	0.2	4,02	4020
Driyorejo	8,5		1,70	1700
Cangkir	18,8		3,76	3760
Bambe	7,1		1,42	1420
Mulung	39		7,81	7814,4
Tenaru	43,96		8,79	8792
Petiken	22,1		4,42	4420
Kesamben Wetan	43,76		8,75	8752
Sumpat	46,7		9,34	9343,6
Tanjungan	49,3		9,88	9877,2
Banjaran	39,3		7,88	7877,2
Karangandong	40,02		8	8004
Mojosari Rejo	32,6		6,52	6523,2
Wedoroanom	64,7		12,95	12946
Randegansari	105,85		21,17	21170
Gadung	35,8		7,17	7168,4

Melihat tabel diatas menunjukkan emisi CO₂ tertinggi untuk penggunaan pupuk urea pada tanaman pangan adalah Kelurahan Randegansari karena merupakan basis pertanian yang ada di Kecamatan Driyorejo sedangkan emisi terendah adalah Kelurahan Bambe yang telah terjadi konversi lahan pertanian menjadi lahan industri.

Sumber penghasil emisi N₂O dari kegiatan pertanian adalah akibat dari proses pemupukan pada lahan persawahan dan lahan sawah yang tergenang air. Untuk menghitung perkiraan emisi yang dihasilkan, diasumsikan bahwa seluruh lahan pertanian di Kecamatan Driyorejo menggunakan pupuk pada lahan persawahannya dan selalu tergenang air selama masa tanam. Berikut Tabel 6 menunjukkan estimasi N₂O Langsung dan Tidak Langsung.

Tabel 6.
Estimasi Emisi N₂O Langsung dan Tidak Langsung

Kelurahan	Emisi Langsung N ₂ O (ton/tahun)	Emisi Tidak Langsung N ₂ O (ton/tahun)	Total N ₂ O (kg/tahun)
Krikilan	0.16	0.03	187.45
Driyorejo	0.06	0.01	75.00
Cangkir	0.16	0.03	191.11
Bambe	0.04	0.01	52.56
Mulung	0.48	0.09	576.94
Tenaru	0.39	0.08	470.33
Petiken	0.18	0.04	211.64
Kesamben Wetan	0.35	0.07	418.12
Sumpat	0.43	0.09	520.81
Tanjungan	0.42	0.08	505.17
Banjaran	0.41	0.08	490.40
Karangandong	0.36	0.07	434.75
Mojosari Rejo	0.26	0.05	311.72
Wedoroanom	0.49	0.10	596.71
Randegansari	0.80	0.17	977.20
Gadung	0.26	0.06	316.91

Menurut tabel diatas dapat dilihat emisi N₂O langsung dan tidak langsung tertinggi adalah Kelurahan Randegansari karena pada wilayah tersebut areal pertanian masih banyak dibanding dengan kelurahan lain sedangkan tingkat emisi terendah adalah Kelurahan Bambe karena pada daerah tersebut lahan pertanian mengecil akibat konversi lahan pertanian menjadi lahan industri.

E. Peternakan

Sumber emisi CH₄ dari kegiatan peternakan dihasilkan oleh proses fermentasi kotoran jenis-jenis hewan ternak. Sebelumnya jenis hewan ternak yang menghasilkan gas metana di Indonesia adalah sapi pedaging, sapi perah, kerbau, domba, kambing, babi, ayam negeri (ras) dan kampung (buras), ayam petelur dan bebek. Survey yang dilakukan oleh BPS di tahun 2006, menghasilkan struktur populasi ketiga ternak yaitu sapi perah, sapi pedaging dan kerbau di Indonesia.. Pada hewan kambing dan domba dilakukan perhitungan sendiri. Berdasarkan perhitungan didapat hasil emisi metana dari fermentasi enteric hewan ternak pada Tabel 4.7.

Tabel 7.
Emisi Metana dari Fermentasi Enterik *Animal Unit*

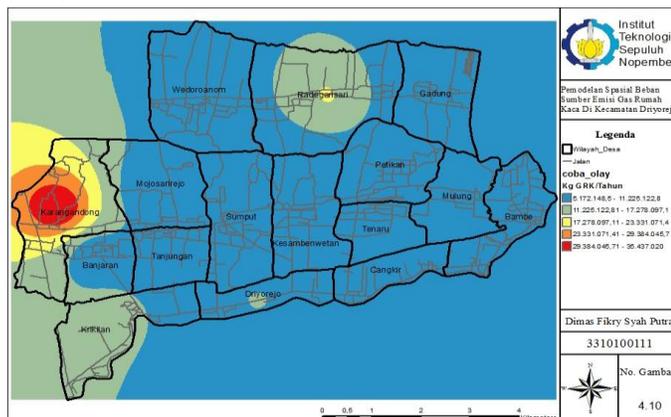
No	Kelurahan	Emisi Metana (<i>Animal Unit</i>) Kg CH ₄ /tahun	Emisi Metana Kg CH ₄ /tahun	Total Emisi Metana Kg CH ₄ /tahun
1	Krikilan	183	325	508

No	Kelurahan	Emisi Metana (<i>Animal Unit</i>)	Emisi Metana	Total Emisi Metana
		Kg CH ₄ /tahun	Kg CH ₄ /tahun	Kg CH ₄ /tahun
2	Driyorejo	320	410	730
3	Cangkir	183	350	533
4	Bambe	92	340	432
5	Mulung	961	450	1411
6	Tenaru	641	545	1186
7	Petiken	732	425	1157
8	Kesamben Wetan	79	450	529
9	Sumpat	412	510	922
10	Tanjungan	961	550	1511
11	Banjaran	1922	640	2562
12	Karangandong	549	350	899
13	Mojosari Rejo	1464	485	1949
14	Wedoroanom	1327	410	1737
15	Randegansari	119	620	739
16	Gadung	2425	490	2915

Berdasarkan tabel diatas tingkat emisi CH₄ fermentasi enterik hewan ternak tertinggi yaitu pada Kelurahan Gadung sedangkan yang terendah Kelurahan Bambe. Tinggi rendahnya hasil tersebut bergantung dari populasi hewan ternak dalam satu kelurahan.

F. Pemodelan Beban Sumber Emisi Gas Rumah Kaca

Pemodelan emisi GRK dilakukan dengan melakukan proses *inverse distance weight* dari model sumber pencemar emisi, yaitu model emisi CO₂, CH₄, dan N₂O. Dalam melakukan *inverse distance weight* (IDW) langkah awal yang dilakukan yaitu mengakumulasi nilai beban sumber emisi tiap kelurahan sesuai dengan masing-masing gas pencemar. Kemudian pengklasifikasian nilai ruang terhadap masing-masing model sumber pencemar emisi, diubah kedalam nilai ruang yang memiliki skor 1 sampai 5, dengan cara *equal interval*.



Gambar. 1. Hasil Analisis Overlay Kg GRK/Tahun

Melihat gambar diatas menunjukkan bahwa wilayah Kelurahan Karangandong turut mendapat perhatian pemerintah setempat karena beban sumber emisi yang dihasilkan di Kelurahan Karangandong besar. Hal ini disebabkan karena aktifitas transportasi yang dominan akibat jalan Karangandong merupakan akses utama kendaraan bermotor menuju pelabuhan internasional dan juga jalur perdagangan industri yang sibuk. Untuk itu perlu dilakukan kajian mendalam akibat yang ditimbulkan oleh aktifitas yang menghasilkan gas rumah kaca. Untuk wilayah terparah kedua yaitu Kelurahan Randegansari karena wilayah tersebut basis peternakan dan pertanian dan juga dilewat pula oleh jalan Randegansari yang dampak dari emisi kendaraan bermotor berakumulasi besar dengan aktifitas pertanian dan peternakan.

IV. KESIMPULAN

1. Besarnya total perkiraan emisi gas rumah kaca di Kecamatan Driyorejo adalah untuk beban sumber emisi CO₂ dari kegiatan industri sebesar 18766405,94 kg CO₂/tahun, kegiatan transportasi 37070628 kg CO₂/tahun, kegiatan pertanian 123588,40 kg CO₂/tahun, kegiatan permukiman 9514595,13 kg CO₂/tahun. Untuk beban sumber emisi CH₄ dari kegiatan pertanian sebesar 101925 kg CH₄/tahun, kegiatan peternakan 19718 kg CH₄/tahun, kegiatan transportasi 21929 kg CH₄/tahun. Untuk beban sumber emisi N₂O dari kegiatan pertanian sebesar 6336,80 kg N₂O/tahun, kegiatan transportasi 861,55 N₂O/tahun. Emisi gas rumah kaca di Kecamatan Driyorejo terdiri dari 5 nilai klasifikasi ruang, yaitu ruang emisi rendah, emisi cukup rendah, emisi sedang, emisi cukup besar, dan emisi besar. Kelurahan Karangandong dan Kelurahan Randegansari tergolong emisi besar.
2. Hasil pemodelan spasial beban sumber emisi gas rumah kaca di Kecamatan Driyorejo dapat digunakan dalam analisis keruangan sebagai peta dasar analisis aspek fisik dan lingkungan terutama berkaitan dengan aspek udara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-undang nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang
- [2] Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Gresik. 2004. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik Tahun 2004-2014. Bappeda Kabupaten Gresik
- [3] Badan Pusat Statistik. 2012. Kecamatan Driyorejo Dalam Angka 2012. <http://gresikkab.go.id> [24 Februari 2014].
- [4] Irawan, F., Damantoro, Dunais, M. 2007. Udara Kota edisi I. Newsletter Urban Air Quality Improvement Program. Ed. Dunais, Marc-Antonie. Bappenas. Jakarta.
- [5] Djajadilaga, Maulyani, Aksa T., Heru H., Agnes S.G., Sudarmanto. 2009. Emisi Gas rumah Kaca DalamAngka 2009. ed. Djajadilaga, Maulyani. Asisten Deputi Urusan Data dan Informasi Lingkungan , Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- [6] Soedomo, M. 2001. Pencemaran Udara. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Rustiadi, E. 2010. Pengembangan Pedoman Evaluasi Pemanfaatan ruang. ed Pravitarsi, Andrea. Crestpent Press. Bogor.