

KAJIAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA (GRK) KOTA SURABAYA TAHUN 2019



**PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
2019**

TIM PENYUSUN

Penyusun:

Pemerintah Kota Surabaya
Dinas Lingkungan Hidup

Editor:

Drs. Eko Agus Supiadi Sapoetro, M.M.
Ir. Chamidha, M.T.
Eny Willia Sunita Dewi, S.T.
M. Riefkie Errijanto, S.H.
Desi Mustiyorini, A.Md.Kes.Ling
Siva Ikka Silvy, S.E.
Cahyo Susanto, S.E.
Suryanto
Zumrah Wahyuni, S.T.
Dwi Rahayu Setiyawati, S.Si.
Kartika Dwi Ratna Sari, S.T.
Dr. Eng. Arie Dipareza, S.T., MEPM
Tresta Nurina Ciptaningayu, S.T.
Rafelia Audina Windartya
Diza Varema A.

Desain Sampul dan Tata Letak:

Dr. Eng. Arie Dipareza, S.T., MEPM
Tresta Nurina Ciptaningayu, S.T.
Rafelia Audina Windartya
Diza Varema A.

Penerbit:

Pemerintah Kota Surabaya
Dinas Lingkungan Hidup
Jalan Jimerto Nomor 25-27 Surabaya 60272
Telepon (031) 5312144 Pesawat 390, 343, 570, 148, 513 Faksimile (031) 5472924

Redaksi:

Pemerintah Kota Surabaya
Dinas Lingkungan Hidup
Jalan Jimerto Nomor 25-27 Surabaya 60272
Telepon (031) 5312144 Pesawat 390, 343, 570, 148, 513 Faksimile (031) 5472924

Cetakan Pertama, Juni 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya Tahun 2019 di Surabaya ini dapat diselesaikan.

Penyusunan laporan ini bertujuan untuk inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) dari Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya (*Agriculture, Forestry and Landuse/AFOLU*), Sektor Energi, Sektor Limbah, serta Sektor Proses Industri dan Penggunaan Produk (*Industrial Process and Product Usage/IPPU*) dalam skala Kota Surabaya. Hasil dari inventarisasi gas rumah kaca memberikan hasil perhitungan emisi GRK Kota Surabaya tahun 2019. Hasil inventarisasi dijadikan salah satu acuan dalam mengambil kebijakan rencana aksi daerah dalam upaya menurunkan emisi GRK.

Laporan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca dalam Kegiatan Penanggulangan dan Pemulihan Fungsi Lingkungan Hidup ini berisikan pendahuluan, tinjauan kebijakan, metodologi, gambaran umum, analisis dan pembahasan, rekomendasi upaya pengurangan GRK, serta kesimpulan dan saran.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan hingga penyusunan Laporan Kajian Inventarisasi GRK. Kritik dan saran kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini dan semoga laporan ini bermanfaat

Surabaya, Juni 2019
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Kota Surabaya

(Drs. Eko Agus Supiadi Sapoetro, M.M.)

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Sasaran.....	2
1.3 Dasar Hukum	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.4.1 Lingkup Wilayah	3
1.4.2 Lingkup Kegiatan	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6 Jadwal Pelaksanaan	5
BAB 2 TINJAUAN KEBIJAKAN	6
2.1 Undang-Undang No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika	6
2.2 Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.....	6
2.3 Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	7
2.4 Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.....	7
2.5 Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 67 Tahun 2012 Tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur	8
2.6 Rencana Aksi Nasional dan Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	10
BAB 3 METODOLOGI	14
3.1 Sektor Limbah.....	15
3.1.1 Sektor Limbah Padat	15
3.1.2 Sektor Air Limbah	16
3.2 Sektor <i>Industrial Processes and Production Use Proses</i> (IPPU)	16
3.2.1 Industri Mineral	16
3.2.2 Industri Keramik.....	17
3.3 Sektor Energi	18
3.3.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak.....	18
3.3.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak.....	20
3.4 Sektor AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use).....	21
3.4.1 Sub Sektor Peternakan.....	22
3.4.2 Sub Sektor Pertanian.....	23
BAB 4 GAMBARAN UMUM	25
4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya	25
4.2 Sektor-sektor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya	25
4.2.1 Sektor Limbah Padat	25
4.2.2 Sektor IPPU	27

4.2.3 Sektor Energi	28
4.2.4 Sektor AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Use)	30
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
5.1 Sektor Limbah.....	33
5.1.1 Sektor Limbah Padat	33
5.1.2 Sektor Limbah Cair	34
5.2 Sektor IPPU	40
5.3 Sektor Energi	40
5.3.1 Emisi dari Penggunaan Listrik.....	40
5.3.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak	41
5.3.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak.....	43
5.4 Sektor AFOLU.....	48
5.4.1 Sub Sektor Peternakan	48
5.4.2 Sektor Pertanian	49
5.5 Nilai Total Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Surabaya	51
BAB 6 REKOMENDASI UPAYA PENURUNAN GRK	52
6.1 Sektor Limbah.....	52
6.2 Sektor IPPU	52
6.3 Sektor Energi	53
6.4 Sektor AFOLU.....	54
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	55
7.1 Kesimpulan	55
7.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase Emisi GRK Provinsi Jawa Timur Tahun 2010-2012.....	1
Tabel 1.2 Persentase Emisi GRK Kota Surabaya	2
Tabel 2.1 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pertanian.....	10
Tabel 2.2 Kegiatan RAN-GRK Bidang Kehutanan dan Lahan Gambut	11
Tabel 2.3 Kegiatan RAN-GRK Bidang Energi dan Transportasi.....	12
Tabel 2.4 Kegiatan RAN-GRK Bidang Industri.....	13
Tabel 2.5 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pengelolaan Limbah	13
Tabel 3.1 Sumber data yang digunakan dalam perhitungan gas rumah kaca	14
Tabel 3.2 Emisi GRK (ton CO ₂ -eq/ton produk) dari produksi karet primet	17
Tabel 3.3 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia	18
Tabel 3.4 Faktor Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar Sumber Stasioner:.....	19
Tabel 3.5 Faktor Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak	21
Tabel 3.6 Faktor Emisi CO ₂ Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor	21
Tabel 3.7 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor	21
Tabel 3.8 Tabel Faktor Emisi Metana Fermentasi Enterik.....	22
Tabel 3.9 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Hewan.....	23
Tabel 4.1 Komposisi Sampah	26
Tabel 4.2 Data Timbulan Sampah Tahun 2018.....	26
Tabel 4.3 Data Jumlah Sampah Masuk ke TPA Tahun 2018.....	27
Tabel 4.4 Data Jumlah Produksi Industri Tahun 2018.....	28
Tabel 4.5 Penggunaan energi listrik berdasarkan golongan tarif.....	29
Tabel 4.6 Penggunaan Listrik dari Industri	29
Tabel 4.7 Sumber Data Perhitungan Sumber Tidak Bergerak.....	29
Tabel 4.8 Sumber Data Perhitungan Sumber Bergerak	30
Tabel 4.9 Luas Lahan Pertanian di Kota Surabaya Tahun 2018	30
Tabel 4.10 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk Tahun 2018.....	31
Tabel 4.11 Jumlah Hewan yang Dipotong di Kota Surabaya Tahun 2018.....	32
Tabel 4.12 Jumlah Hewan di Kota Surabaya Tahun 2018	32
Tabel 5.1 Perhitungan DOC.....	33
Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Recovery CH ₄	34
Tabel 5.3 Perhitungan TOW	35
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Emisi Gas Metan	36
Tabel 5.5 Data <i>Default</i> (IPCC 2006 GL) Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair Perkotaan untuk Berbagai Kategori Masyarakat	37
Tabel 5.6 Nilai default MCF untuk Limbah Cair	38
Tabel 5.7 Perhitungan Emisi GRK dari Limbah Cair	39
Tabel 5.8 Emisi CO ₂ dari Sektor IPPU	40
Tabel 5.9 Jumlah Penggunaan Listrik Berdasarkan Jenis Penggunaannya	40
Tabel 5.10 Tabel Emisi CO ₂ yang dihasilkan dari Golongan Tarif kWh Jual.....	41
Tabel 5.11 Emisi dari Konsumsi Listrik Industri.....	41

Tabel 5.12 Pemakaian Gas dari Pelanggan.....	42
Tabel 5.13 Emisi dari Penggunaan Batubara.....	43
Tabel 5.14 Perhitungan Emisi Bahan Bakar (Cair) Sumber Tidak Bergerak.....	44
Tabel 5.15 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Gas (m ³) Sumber Tidak Bergerak	44
Tabel 5.16 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Gas (MBTU/MMBTU) Sumber Tidak Bergerak.....	45
Tabel 5.17 Emisi Bahan Bakar Sumber Tidak Bergerak	45
Tabel 5.18 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak.....	46
Tabel 5.19 Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak.....	47
Tabel 5.20 Potensi Gas Metana di RPH Kota Surabaya	48
Tabel 5.21 Potensi Gas Metana dari Pengelolaan Ternak	49
Tabel 5.22 Konsumsi dan Jenis Pupuk.....	50
Tabel 5.23 Total Emisi GRK Kota Surabaya Tahun 2019	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas rumah kaca (GRK) merupakan gas di atmosfer yang berfungsi menyerap radiasi infra merah dan ikut menentukan suhu atmosfer. Adanya berbagai aktivitas manusia, khususnya sejak era pra-industri emisi gas rumah kaca ke atmosfer mengalami peningkatan yang sangat tinggi sehingga meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Hal ini menyebabkan timbulnya masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Ada enam jenis yang digolongkan sebagai GRK yaitu karbondioksida (CO₂), gas metan (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFCS) dan hidrofluorokarbon (HFCS). Selain itu ada beberapa gas yang juga termasuk dalam GRK yaitu karbonmonoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), klorofluorokarbon (CFC), dan gas-gas organik non metal volatile. Gas-gas rumah kaca yang dinyatakan paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global adalah CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, PFC dan SF₆.

Untuk mengatasi permasalahan pemanasan global dan perubahan iklim, pada KTT G-20 Juli 2017 di Hamburg Jerman telah disepakati bahwa negara di dunia harus berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26% pada tahun 2020. Indonesia berkomitmen dalam penurunan emisi gas rumah kaca dan telah dituangkan dalam Peraturan Presiden (Perpres) No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) serta Peraturan Presiden (Perpres) No. 71 Tahun 2011 tentang Inventarisasi GRK. Inventarisasi GRK dilakukan dengan pemantauan dan pengumpulan data aktivitas sumber emisi serta perhitungan emisi dan serapan GRK. Sehingga diperoleh data mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapannya termasuk simpanan karbon.

Merujuk peraturan tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Timur berpartisipasi aktif melalui analisis emisi/serapan GRK secara rutin tiap tahunnya sejak tahun 2010. Berikut merupakan persentase emisi GRK Provinsi Jawa Timur :

Tabel 1.1 Persentase Emisi GRK Provinsi Jawa Timur Tahun 2010-2012

No	Tahun	Persentasi Emisi (%)			
		Sektor Energi	Sektor IPPU	Sektor AFOLU	Sektor Limbah
1	2010	85,27	8,84	4,07	1,83
2	2011	95,21	1,36	3,17	0,26
3	2012	99,78	0,14	0,06	0,02

Sumber : Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2016

Persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2010 di sektor energi 85,27%, sektor *Industrial Process And Product Uses* (IPPU) 8,84%, sektor *Agriculture, Forestry, and Other Land Use* (AFOLU) 4,07%, dan sektor limbah 1,83%. Persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2011 di sektor energi 95,21%, sektor IPPU 1,36%, sektor AFOLU 3,17%, dan sektor limbah 0,26%. Persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2012 di sektor

energi adalah 99,78%, sektor IPPU 0,14%, sektor AFOLU 0,06% dan sektor limbah 0,02%. Nilai emisi terbesar berasal dari sektor energi, dari kegiatan industri produksi energi di Jawa Timur yaitu PT. Paiton Energy Unit, PT. Jawa Power, dan PT. PJB . Kegiatan pembangkit tersebut tidak hanya melayani Jawa Timur, sehingga diperkirakan emisi tersebut tidak hanya berasal dari konsumsi energi di Jawa Timur.

Partisipasi aktif ini juga mulai diikuti oleh Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Termasuk Kota Surabaya, telah melakukan inventarisasi emisi gas rumah kaca pada tahun 2013 yaitu di sektor energi 95,8%, sektor IPPU 0,016%, sektor AFOLU 0,31%, dan sektor limbah 3,78%. Berdasarkan kajian inventarisasi gas rumah kaca tahun 2016, diketahui bahwa total emisi GRK Kota Surabaya dari keempat sektor yaitu sebesar 17.699,71378 Gg CO₂. Adapun rincian hasil perhitungan emisi tersebut dari urutan terkecil meliputi sektor AFOLU sebesar 5,65578 Gg CO₂ atau 0,03 %, sektor pengelolaan sampah sebesar 758,49 Gg CO₂ atau 4,29%, sektor IPPU sebesar 5.535,32 Gg CO₂ atau 31,3%, dan sektor energi sebesar 11.391,67 Gg CO₂ atau 64,38%.

Tabel 1.2 Persentase Emisi GRK Kota Surabaya

No	Tahun	Persentase Emisi (%)			
		Sektor Energi	Sektor IPPU	Sektor AFOLU	Sektor Limbah
1	2013	95,8	0,016	0,31	3,78
2	2016	64,38	31,3	0,03	4,29

Sumber : Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2016

Pada tahun 2013 penghasil emisi GRK terbesar di Surabaya adalah transportasi darat yang termasuk ke dalam sektor energi sebesar 80,8% dari total emisi GRK yang dihasilkan Kota Surabaya. Pada tahun 2016 emisi GRK juga berasal dari transportasi darat. Emisinya sebesar 52,76% dari total emisi GRK yang dihasilkan. Emisi terkecil GRK dari sektor limbah yaitu pengelolaan limbah padat (sampah) selain dari kegiatan di TPA juga meliputi kegiatan 3R (*reduce, reuse, recycle*), penerapan bank sampah dan komposting yang kini telah banyak berkembang di beberapa wilayah Surabaya. Tahun 2010 dan 2012 tidak dihitung emisi GRK dari sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya.

Berdasarkan urgensi dan peraturan diatas, maka Pemerintah Kota Surabaya akan melakukan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Tahun 2019. Hal ini melanjutkan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Tahun 2016 namun terdapat perubahan tahun data. Pada kajian ini akan menggunakan data tahun 2018 sehingga menunjukkan kondisi yang saat ini terjadi. Dalam dokumen tersebut nantinya akan dikaji mengenai sumber emisi gas rumah kaca, perhitungan emisi dan serapan gas rumah kaca, serta upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Dengan adanya Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) tahun 2019 ini diharapkan pemantauan kondisi GRK dapat dilakukan secara berkala dan target penurunan emisi GRK dapat optimal.

1.2 Tujuan dan Sasaran

Kegiatan ini mempunyai tujuan dan sasaran sebagai berikut:

1. Maksud dan Tujuan kegiatan ini adalah:
 - Melakukan inventarisasi data sumber emisi dari sektor limbah, IPPU, energi, dan AFOLU skala kota.

- Melakukan perhitungan emisi dan serapan gas rumah kaca (GRK)
 - Memberikan rekomendasi upaya penanganan terhadap emisi gas rumah kaca.
2. Sasaran yang hendak dicapai dalam kegiatan ini sebagaimana berikut:
- Inventarisasi emisi gas rumah kaca dapat dijadikan sebagai bahan pembandingan untuk inventarisasi di tahun-tahun mendatang.
 - Sebagai bahan pertimbangan untuk pembuatan kebijakan yang terkait dengan strategi dan rencana aksi penurunan emisi di Kota Surabaya.

1.3 Dasar Hukum

Beberapa studi terdahulu atau data dari berbagai sumber dapat digunakan sebagai dasar hukum untuk penyusunan inventarisasi emisi gas rumah kaca ini, baik yang berasal dari pemerintah pusat, provinsi atau kabupaten/kota serta sumber lainnya. Adapun peraturan perundang-undangan yang dapat dijadikan acuan dalam penyusunan kajian ini antara lain adalah :

1. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Ratifikasi Konvensi Perubahan Iklim, yang mewajibkan Indonesia untuk melakukan pelaporan tingkat emisi GRK nasional dan upaya-upaya mitigasi perubahan iklim pada dokumen komunikasi nasional (*national communication*; pasal 12 Konvensi);
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa Pemerintah, Pemerintah Propinsi, Kabupaten/Kota melakukan inventarisasi emisi GRK (pasal 63);
3. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Pasal 65 ayat (3) huruf a, bahwa untuk perumusan kebijakan perubahan iklim dilakukan inventarisasi emisi GRK;
4. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement on Climate Change* (PBB)
5. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK);
6. Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional;
7. Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari laporan ini meliputi lingkup wilayah dan lingkup kegiatan

1.4.1 Lingkup Wilayah

Lingkup wilayah inventarisasi emisi meliputi wilayah Kota Surabaya dengan luas wilayah 334,51 km² yang terdiri atas 31 kecamatan dan 154 kelurahan. Batas wilayah Kota Surabaya sebelah utara dan timur adalah selat Madura, sebelah selatan kabupaten Sidoarjo dan sebelah barat adalah kabupaten Gresik.

1.4.2 Lingkup Kegiatan

Adapun ruang lingkup kegiatan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kota Surabaya adalah sebagai berikut :

- a. Tahap Persiapan
Melakukan persiapan yang dibutuhkan untuk inventarisasi gas rumah kaca (GRK) meliputi melakukan studi literatur terkait GRK, penentuan metode yang digunakan, dan penentuan list data yang dibutuhkan
- b. Tahap Pengumpulan Data
Melakukan inventarisasi dan kompilasi data yang dibutuhkan dalam perhitungan emisi dan serapan gas rumah kaca (GRK) meliputi sektor *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*, *Industrial Process and Product Use (IPPU)*, Limbah serta Energi
- c. Tahap Verifikasi Data
Melakukan pengecekan ulang terhadap hasil inventarisasi data GRK, apabila data sudah tersedia dan sesuai format langsung diinput ke dalam basis data
- d. Tahap Analisis Data
Melakukan analisis data untuk perhitungan emisi dan serapan GRK sehingga dapat dilaporkan dan memantau tingkat serta status emisi GRK. Dalam melakukan perhitungan total emisi yang dihasilkan dari sumber emisi GRK ini menggunakan metode TIER 1 dan IPCC *Guidelines*
- e. Tahap Penentuan Rekomendasi
Tahap penyusunan upaya penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi emisi GRK berdasarkan kebijakan yang berlaku maupun *best practice* yang pernah dilakukan
- f. Penyusunan Laporan
Melakukan penyusunan laporan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kota Surabaya.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan dokumen Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Tahun 2019 memiliki sistem penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Tujuan dan Sasaran
 - 1.2.1 Tujuan
 - 1.2.2 Sasaran
- 1.3 Dasar Hukum
- 1.4. Ruang Lingkup
 - 1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah
 - 1.4.2. Ruang Lingkup Kegiatan
- 1.5. Sistematika Penulisan
- 1.6. Jadwal Pelaksanaan

BAB II TINJAUAN KEBIJAKAN

BAB III METODOLOGI

BAB IV GAMBARAN UMUM

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

BAB VI REKOMENDASI UPAYA PENURUNAN GRK

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

7.2. Saran

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Berikut merupakan jadwal pelaksanaan dari Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2019

No.	Kegiatan	Bulan																			
		Februari				Maret				April				Mei				Juni			
1	Tahap persiapan	■	■	■	■																
2	Tahap pengumpulan data					■	■	■	■												
3	Tahap identifikasi mode dan ketersediaan data									■	■	■	■	■	■	■	■				
4	Tahap verifikasi data													■	■	■	■				
5	Tahap penyusunan laporan																				
	Bab 1																				
	Bab 2																				
	Bab 3																				
	Bab 4																				
	Bab 5																				
	Bab 6																				
	Bab 7																				
6	Pemaparan Final Laporan Kajian Inventarisasi GRK																				
7	Penyusunan Laporan Kajian Inventarisasi GRK																				

BAB 2

TINJAUAN KEBIJAKAN

2.1 Undang-Undang No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Kajian mengenai gas rumah kaca (GRK) berkaitan dengan klimatologi suatu wilayah baik gejala alam terhadap iklim maupun kualitas udara. Suatu iklim mengalami perubahan yang diakibatkan langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan. Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang ada di atmosfer yang dapat mengakibatkan efek rumah kaca hingga perubahan perubahan iklim. Adapun gas rumah kaca tersebut meliputi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitro oksida (N₂O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs), dan Sulfur Heksafluorida (SF₆).

Berdasarkan Undang-Undang No. 31 Tahun 2009, pemerintah wajib melakukan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Mitigasi merupakan usaha pengendalian untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi/meningkatkan penyerapan gas rumah kaca dari berbagai sumber emisi. Adapun adaptasi adalah suatu proses untuk memperkuat dan membangun strategi antisipasi dampak perubahan iklim serta melaksanakannya sehingga mampu mengurangi dampak negatif dan mengambil manfaat positifnya. Selain itu, juga dijelaskan bahwa salah bentuk mitigasi dan adaptasi dapat dilakukan dengan perumusan kebijakan. Untuk merumuskan kebijakan yang berkaitan dengan perubahan iklim dilakukan melalui inventarisasi emisi gas rumah kaca, pemantauan gejala perubahan iklim dan gas rumah kaca, pengumpulan data, serta analisis data. Oleh karena itu, inventarisasi gas rumah kaca sangat penting untuk dilakukan pemerintah dengan melibatkan peran serta masyarakat.

2.2 Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Pemanasan global yang semakin meningkat mengakibatkan perubahan iklim yang berdampak pada kondisi penurunan kualitas lingkungan hidup semakin parah, sehingga perlu dilakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup telah memandatkan bahwa dalam melakukan pemeliharaan lingkungan hidup, diperlukan upaya diantaranya dengan cara pelestarian fungsi atmosfer melalui upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Mitigasi perubahan iklim adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam upaya menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca sebagai bentuk upaya penanggulangan dampak perubahan iklim. Mitigasi dan adaptasi perubahan iklim digunakan untuk perumusan kebijakan dan dimuat dalam Inventarisasi Gas Rumah Kaca, Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) dan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS).

Berdasarkan urgensi dan kebutuhan mitigasi dan perubahan iklim untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, maka dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 juga

mengatur tugas dan wewenang pemerintah yaitu menyelenggarakan inventarisasi sumber daya alam dan emisi gas rumah kaca. Hal ini dilakukan baik dalam lingkup nasional, provinsi, maupun kabupaten/ kota oleh pemerintah pusat, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/ kota.

2.3 Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

Berdasarkan kesepakatan *Bali Action Plan United Nations Frameworks Convention on Climate Change* dan memenuhi komitmen Pemerintah Indonesia dalam pertemuan G-20 di Pittsburg untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26% dengan usaha sendiri dan mencapai 41% jika mendapat bantuan internasional pada tahun 2020. Untuk itu Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 mengatur mengenai rencana aksi ataupun langkah-langkah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK). Rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca (RAN-GRK) adalah dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang secara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan nasional. Selain itu, juga terdapat rencana aksi daerah penurunan emisi gas rumah kaca yang diatur dalam peraturan daerah masing-masing baik dalam lingkup provinsi maupun kabupaten/ kota. Adapun kegiatan RAN-GRK meliputi pertanian, kehutanan dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengelolaan limbah, serta kegiatan pendukung lain.

Dalam rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca terdapat dua kegiatan yaitu kegiatan inti dan kegiatan pendukung. Kegiatan inti merupakan kegiatan yang berdampak langsung pada penurunan emisi GRK dan penyerapan GRK, sedangkan kegiatan pendukung adalah kegiatan yang tidak berdampak langsung pada penurunan emisi GRK tapi mendukung pelaksanaan kegiatan inti. Rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) menjadi acuan dan pedoman dalam melakukan perencanaan, pelaksanaan, serta penyusunan rencana aksi daerah penurunan gas rumah kaca baik di tingkat provinsi maupun kabupaten/ kota.

2.4 Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional

Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca pada atmosfer mengakibatkan perubahan iklim global yang dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup. Oleh karena itu, pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/ kota bertugas dan berwenang menyelenggarakan inventarisasi gas rumah kaca. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Nasional dijelaskan bahwa inventarisasi gas rumah kaca adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi gas rumah kaca secara berkala dari berbagai sumber emisi (source) dan penyerapnya (sink) termasuk simpanan karbon (carbon stock). Dalam inventarisasi gas rumah kaca, terdapat tiga poin penting yang perlu diperhatikan yaitu emisi, serapan, dan simpanan karbon. Emisi adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu, sedangkan serapan adalah diserapnya GRK dari atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu,

dan simpanan karbon adalah besaran karbon yang terakumulasi dalam tampungan karbon di darat dan laut dalam jangka waktu tertentu.

Penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca (GRK) dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi secara berkala mengenai tingkat, status dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon di tingkat nasional, provinsi dan kabupaten/kota.
- b. Memberikan informasi pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional.

Untuk mencapai tujuan tersebut, terdapat proses dan tata cara perhitungan inventarisasi gas rumah kaca (GRK) meliputi:

- a. Pemantauan dan pengumpulan data aktivitas sumber emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon, serta penetapan faktor emisi dan faktor serapan GRK. Adapun aktivitas sumber emisi dan serapan GRK terdiri dari
 - Pertanian, Kehutanan, Lahan Gambut, dan Penggunaan Lahan Lainnya
 - Pengadaan dan Penggunaan Energi yang mencakup industri, transportasi, rumah tangga, komersial, serta pertanian, konstruksi, dan pertambangan.
 - Proses Industri dan Penggunaan Produk meliputi pengelolaan limbah.
- b. Perhitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dilakukan dengan :
 - Menggunakan data aktivitas di masing-masing sumber emisi dan penyerapnya termasuk simpanan karbon.
 - Menggunakan data aktivitas pada tahun yang sama.
 - Menggunakan faktor emisi dan faktor serapan lokal.
- c. Hasil penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dilaporkan dalam bentuk tingkat dan status emisi GRK.

Dalam penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca diperlukan verifikasi yang diatur kemudian dalam Peraturan Menteri. Selain itu, dalam Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 telah diatur pembagian tugas dan wewenang Pemerintah Pusat, Provinsi, dan Kabupaten/ Kota. Pemerintah Pusat yaitu Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Pemerintah Provinsi yaitu Gubernur, dan Pemerintah Kabupaten/ Kota yaitu Bupati/ Walikota bertugas menyelenggarakan inventarisasi GRK, serta menyusun kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon sesuai dengan lingkup tugas dan kewenangannya.

2.5 Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 67 Tahun 2012 Tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur

Sesuai dengan kebijakan nasional terhadap dampak dari perubahan iklim sehingga perlu dilakukan upaya penanggulangan melalui mitigasi perubahan iklim. Sejalan dengan Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 67 Tahun 2012, Pemerintah Provinsi Jawa Timur berkomitmen melaksanakan pengurangan emisi gas rumah kaca yang terpadu dengan kegiatan sektor lainnya untuk mendukung menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26% dengan usaha sendiri dan mencapai 41%

jika mendapat bantuan internasional pada tahun 2020 dari kondisi tanpa adanya rencana aksi (Business As Usual/BAU. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pengaturan terkait rencana aksi daerah penurunan emisi gas rumah kaca (RAD-GRK) Jawa Timur.

Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut RAD-GRK adalah dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang secara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan daerah. RAD-GRK merupakan pedoman bagi SKPD untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, serta monitoring dan evaluasi rencana aksi penurunan emisi GRK. Selain itu, bagi masyarakat dan pelaku usaha digunakan dalam melakukan perencanaan dan pelaksanaan penurunan emisi GRK. Dalam RAD-GRK Provinsi Jawa Timur mengatur mengenai mengenai rencana aksi ataupun langkah-langkah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca baik kegiatan inti dan kegiatan pendukung yang dapat dijadikan acuan untuk pemerintah daerah Kabupaten/Kota.

Adapun kebijakan rencana aksi daerah penurunan emisi gas rumah kaca Provinsi Jawa Timur terbagi menjadi enam bidang meliputi kegiatan inti dan kegiatan pendukung sebagai berikut:

a. Bidang Pertanian

Target penurunan emisi sebesar 1,07% atau 1.272.256 ton CO₂ eq dengan kebijakan yang dilakukan yaitu pemantapan ketahanan pangan daerah dan peningkatan produksi pertanian dengan emisi GRK yang rendah, serta peningkatan kandungan bahan organik tanah.

b. Bidang Kehutanan

Target penurunan emisi sebesar 20,88% atau 24.777.266 ton CO₂ eq dengan kebijakan yang dilakukan yaitu penurunan emisi GRK sekaligus meningkatkan kenyamanan lingkungan, mencegah bencana, menyerap tenaga kerja dan menambah pendapatan masyarakat dan negara, serta peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi hasil hutan dengan emisi serendah mungkin dan mempertahankan stock karbon hingga mengabsorpsi CO₂ secara optimal.

c. Bidang Energi dan Transportasi

Target penurunan emisi sebesar 5,22% atau 6.190.738,9 ton CO₂ eq dengan kebijakan yang dilakukan yaitu

- Peningkatan penghematan energi
- Penggunaan bahan bakar yang lebih bersih (fuel switching)
- Peningkatan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT).
- Pemanfaatan teknologi bersih baik untuk pembangkit listrik dan sarana transportasi
- Pengembangan transportasi massal yang berkelanjutan.

d. Bidang Industri

Target penurunan emisi sebesar 0,06% atau 20.005,06 ton CO₂ eq dengan kebijakan yang dilakukan yaitu peningkatan pertumbuhan industri kecil dan menengah yang menerapkan Produksi Bersih (Clean Production).

e. Bidang Pengelolaan Limbah

Target penurunan emisi sebesar 1,50% atau 1.776.149 ton CO₂ eq dengan kebijakan yang dilakukan yaitu

- Penurunan Emisi GRK dari Tempat Penimbunan Akhir (TPA) limbah padat/sampah
- Peningkatan pengelolaan limbah cair domestik
- Peningkatan pengelolaan limbah industri yang berpotensi menghasilkan GRK
- Pengembangan teknologi pengelolaan limbah dan efisiensi produksi limbah dengan prinsip-prinsip daur ulang (Reuse, Reduce, Recycle)
- Pengembangan sistem manajemen pengelolaan limbah industri, limbah domestik dan sektor lainnya.

2.6 Rencana Aksi Nasional dan Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

Sub bab ini akan menjabarkan tentang rencana aksi nasional yang kemudian dapat dijadikan referensi dalam memutuskan rekomendasi rencana aksi daerah (kota) untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Pedoman kegiatan rencana aksi didasarkan pada dokumen Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut RAN-GRK. Dokumen ini adalah rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan baik langsung maupun tidak langsung guna menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan nasional. RAN-GRK juga sebagai pedoman pemerintah daerah dalam penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK). Secara umum kegiatan RAN-GRK meliputi bidang:

1. Pertanian
2. Kehutanan dan lahan gambut
3. Energi dan transportasi
4. Industri
5. Pengelolaan limbah
6. Kegiatan pendukung lainnya

Dari bidang-bidang tersebut, akan dikaji relevansinya dengan kondisi yang ada di Kota Surabaya. Sebagai contoh, bisa jadi tidak ada rekomendasi kebijakan mengenai kehutanan dan lahan gambut mengingat daerah Surabaya yang merupakan perkotaan besar. Berikut adalah intisari kegiatan inti RAN-GRK:

Tabel 2.1 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pertanian

Bidang Pertanian		
Target penurunan emisi (26%): 0,008 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,011 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
1	Perbaikan dan pemeliharaan jaringan irigasi	a) Terlaksananya perbaikan jaringan irigasi b) Terlaksananya operasionalisasi dan pemeliharaan jaringan irigasi
2	Optimalisasi lahan	Terlaksananya pengelolaan lahan pertanian tanaman pertanian tanpa bakar
3	Penerapan teknologi budidaya tanaman	Terlaksananya penggunaan teknologi untuk melindungi tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim
4	Pemanfaatan pupuk organik dan bio-	Terlaksananya pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida

Bidang Pertanian		
Target penurunan emisi (26%): 0,008 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,011 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
	pestisida	
5	Pengembangan areal perkebunan (sawit, karet, kakao) di lahan tidak berhutan/lahan terlantar/lahan terdegradasi/area penggunaan lain	a. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman tahunan dengan sasaran kelapa sawit dan karet b. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman rempah dan penyegar dengan sasaran kakao
6	Pemanfaatan kotoran/urine ternak dan limbah pertanian untuk biogas	Terlaksananya pengembangan dan pembinaan Biogas di wilayah terpencil dan padat ternak

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011

Tabel 2.2 Kegiatan RAN-GRK Bidang Kehutanan dan Lahan Gambut

Bidang Kehutanan dan lahan Gambut		
Target penurunan emisi (26%): 0,672 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 1,039 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
1	Pembangunan Kesatuan Pengelolaan Hutan	Terbentuknya KPH sebanyak 120 unit
2	Perencanaan pemanfaatan dan peningkatan usaha kawasan hutan	Terlaksananya pemberian Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu – Hutan Alam/Restorasi Ekosistem pada areal bekas tebangan Tercapainya peningkatan produksi hasil hutan buka kayu/jasa lingkungan
3	Pengembangan pemanfaatan jasa lingkungan	Terlaksananya <i>demonstration activity Reducing Emission from Deforestation and Degradation (REDD)</i> di kawasan konservasi (hutan gambut)
4	Penguatan kawasan hutan	Terlaksananya penataan Batas Kawasan Hutan
5	Peningkatan, rehabilitasi, operasi, dan pemeliharaan jaringan reklamasi rawa (termasuk lahan bergambut)	a. Terlaksananya peningkatan jaringan reklamasi rawa b. Terlaksananya operasi dan pemeliharaan jaringan reklamasi rawa
6	Pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan	Penelitian dan pengembangan sumber daya lahan (termasuk lahan gambut)
7	Pengembangan pengelolaan lahan pertanian di lahan gambut terlantar dan terdegradasi untuk mendukung subsektor perkebunan, peternakan dan hortikultura	Rehabilitasi, reklamasi, dan revitalisasi lahan gambut terlantar, terdegradasi, pada areal pertanian, serta optimalisasi lahan non tanaman pangan
8	Penyelenggaraan rehabilitasi hutan dan lahan, dan reklamasi hutan di DAS prioritas	1. Terlaksananya rehabilitasi hutan pada DAS prioritas 2. Terlaksananya rehabilitasi lahan kritis pada DAS prioritas 3. Pembuatan hutan kota 4. Rehabilitasi hutan mangrove/hutan pantai
9	Pengembangan perhutanan sosial	1. Terfasilitasinya penetapan areal kerja pengelolaan Hutan Kemasyarakatan 2. Terfasilitasinya pembentukan kemitraan usaha dalam hutan rakyat
10	Pengendalian kebakaran hutan	Tercapainya penurunan jumlah hotspot di Pulau Kalimantan, Pulau Sumatera, dan Pulau Sulawesi

Bidang Kehutanan dan lahan Gambut		
Target penurunan emisi (26%): 0,672 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 1,039 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
11	Penyidikan dan pengamanan hutan	Terselesaikannya penanganan kasus baru tindak pidana kehutanan (<i>illegal logging</i> , penambangan ilegal dan kebakaran)
12	Pengembangan kawasan konservasi, ekosistem esensial dan pembinaan hutan lindung	Meningkatnya pengelolaan ekosistem esensial sebagai penyangga kehidupan Terlaksananya penanganan perambahan kawasan hutan konservasi dan hutan lindung
13	Peningkatan usaha hutan tanaman	Terlaksananya pencadangan areal hutan tanaman industri dan hutan tanaman rakyat

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011

Tabel 2.3 Kegiatan RAN-GRK Bidang Energi dan Transportasi

Bidang Energi dan Transportasi		
Target penurunan emisi (26%): 0,038 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,056 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
1	Penerapan mandatori manajemen energi untuk pengguna padat energi	Menerapkan manajemen energi pada 200 perusahaan
2	Penerapan program kemitraan konservasi energi	a) Melakukan program kemitraan konservasi energi bersama swasta/masyarakat pada 1003 obyek gedung dan industri b) Melakukan program kemitraan konservasi energi bersama swasta/masyarakat pada 300 obyek gedung dan industri
3	Peningkatan efisiensi peralatan rumah tangga	Terlaksananya implementasi teknologi hemat energi pada peralatan rumah tangga
4	Penyediaan dan pengelolaan energi baru terbarukan dan konservasi energi	Terlaksananya pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro (PLTMH), Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hydro (PLTM), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, Desa Mandiri Energi
5	Pemanfaatan biogas	Terlaksananya pembuatan unit biogas di seluruh propinsi
6	Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar angkutan umum perkotaan	Terlaksananya penggunaan gas alam sebagai bahan bakar angkutan umum perkotaan, terutama di kota besar termasuk Surabaya, yaitu sejumlah 29,33 MMSCFD (<i>Million Metric Standard Cubic Feet per Day</i>) di tahun 2010-2014
7	Peningkatan sambungan rumah yang teraliri gas bumi melalui pipa	Meningkatkan penggunaan gas yang dipakai oleh rumah tangga
8	Pembangunan kilang mini <i>plan Liquid Petroleum gas (LPG)</i>	Terlaksananya pembangunan kilang mini plant LPG di Sumatera
9	Reklamasi lahan tambang	Penanaman pohon pada lahan di seluruh provinsi
10	Pembangunan ITS (<i>Intelligent Transport System</i>)	Pembangunan ITS sebanyak 13 paket untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dengan koordinasi simpang, meningkatkan koordinasi antar simpang, memberikan sistem prioritas bus di persimpangan, moda <i>shift</i> dari kendaraan pribadi ke transportasi massal
11	Penerapan Pengendalian Dampak Lalu Lintas	Penerapan pengendalian dampak lalu lintas sebanyak 12 paket
12	Penerapan manajemen parkir	Penerapan manajemen parkir di 12 kota untuk mengurangi <i>moda share</i> di pusat kota, mengurangi penggunaan kendaraan pribadi
13	Penerapan <i>congestion charging</i> dan <i>road pricing</i> yang dikombinasikan dengan angkutan umum massal	Penerapan <i>Congestion Charging</i> dan <i>Road Pricing</i> di 2 kota (Jakarta, Surabaya) untuk mengurangi <i>moda share</i> mobil di pusat kota, mengurangi kemacetan di area pembatasan lalu lintas
14	Reformasi Sistem Transit – Bus Rapid Transit (BRT)	Terlaksananya pengadaan dan distribusi BRT sebanyak 43 bus/tahun
15	Peremajaan armada	Terlaksananya peremajaan armada angkutan umum sesuai

Bidang Energi dan Transportasi		
Target penurunan emisi (26%): 0,038 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,056 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
	angkutan umum	desain standar yang rendah emisi sebanyak 6000 unit
16	Pemasangan <i>Converter Kit</i> (gasifikasi angkutan umum)	Terpasangnya <i>converter kit</i> pada taksi dan angkutan kota yang menggunakan bensin untuk menurunkan emisi CO ₂ hingga 25% sebanyak 1000 unit per tahun
17	Pelatihan dan sosialisasi <i>smart driving</i>	Terlaksananya pelatihan dan sosialisasi <i>smart driving</i> untuk 50000 orang/tahun
18	Membangun <i>Non-Motorized Transport</i> (Pedestrian dan jalur sepeda)	Terbangunnya <i>non-motorized transport</i> di 12 kota
19	Pengembangan KA perkotaan Bandung	Mengembangkan KA perkotaan Bandung sepanjang 42 km (jalur ganda dan elektrifikasi)
20	Pembangunan <i>double-double track</i>	Membangun <i>double-double track</i> sepanjang 35 km
21	Pengadaan Kereta Rel Listrik (KRL) baru	Pengadaan KRL baru sejumlah : 1.024 unit untuk melayani wilayah Jabodetabek, 640 unit untuk melayani Jawa Timur sepanjang 410 km dan 256 unit untuk melayani Jawa Barat sepanjang 150 km
22	Modifikasi Kereta Rel Diesel menjadi Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE)	Terlaksananya modifikasi 25 unit KRDE menjadi KRDE dengan prediksi pengurangan konsumsi BBM sebesar 198 liter per km
23	Pembangunan <i>Mass Rapid Transit</i> (MRT) Jakarta	Terbangunnya MRT tahap I sepanjang 15,1 km dan tahap II sepanjang 8,2 km
24	Pembangunan jalur KA Bandara Soekarno Hatta	Terbangunnya jalur KA Bandara Soekarno Hatta sepanjang 33 km
25	Pembangunan monorail Jakarta	Terlaksananya pembangunan monorail Jakarta sepanjang 12,2 km untuk Blue Line dan 14,8 km untuk Green Line
26	Pembangunan/peningkatan dan preservasi jalan	Peningkatan kapasitas jalan nasional sepanjang 19.370 km dan penerapan persevasi jalan nasional sepanjang 168.999 km

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011

Tabel 2.4 Kegiatan RAN-GRK Bidang Industri

Bidang Industri		
Target penurunan emisi (26%): 0,001 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,005 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
1	Penerapan modifikasi proses dan teknologi	Tersusunnya pedoman penggunaan biomass dan teknologi lainnya pada industri semen sebagai <i>blended cement</i>
2	Konservasi dan audit energi	Terbentuknya sistem manajemen energi di 9 perusahaan industri semen, 35 perusahaan baja dan 5 pulp kertas; terbentuknya sistem manajemen energi di perusahaan industri gelas dan keramik, pupuk, petrokimia, makanan dan minuman, tekstil dan kimia dasar
3	Penghapusan Bahan Perusak Ozon (BPO)	Penghapusan BPO pada 4 sektor (<i>refrigerant, foam, chiller, dan pemadam api</i>)

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011

Tabel 2.5 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pengelolaan Limbah

Bidang Pengelolaan Limbah		
Target penurunan emisi (26%): 0,048 Giga Ton CO ₂ e		
Target penurunan emisi (41%): 0,078 Giga ton CO ₂ e		
No	Rencana Aksi	Kegiatan/Sasaran
1	Pembangunan sarana prasarana air limbah dengan sistem <i>on-site</i> dan <i>off-site</i>	Tersedianya sistem pengelolaan air limbah sistem terpusat skala kota (<i>off-site</i>) di 16 kabupaten/kota, tersedianya sistem pengelolaan air limbah skala setempat (<i>on-site</i>) di 11.000 lokasi
2	Pembangunan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan pengelolaan sampah terpadu <i>Reduce, Reuse, Recycle</i> (3R)	Meningkatnya pengelolaan TPA di 210 lokasi, meningkatnya pengelolaan sampah melalui program pengelolaan sampah terpadu pola 3R di 250 lokasi

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011

BAB 3 METODOLOGI

Inventarisasi emisi gas rumah kaca pada tahun 2019 dilakukan dengan analisis data tahun 2018 pada empat sektor yaitu sektor limbah, sektor IPPU, sektor energi, dan sektor AFOLU. Data tersebut dianalisis dengan metode Tier 1. Tier 1 adalah metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar dan faktor emisi default dari IPCC. Penjelasan mengenai keempat sektor dapat dijabarkan di bawah ini, adapun ringkasan sumber data ditampilkan pada Tabel 3.1.

1. Sektor Limbah, sektor ini dibagi menjadi 2 yaitu sampah dan limbah cair
 - a. Sampah dianalisis terkait dengan pelayanan dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya dan PT Sumber Organik berupa data timbulan yang dihasilkan oleh penduduk dan data sampah yang masuk ke TPA Benowo meliputi data konversi energi, jumlah sampah yang masuk ke TPA, penggunaan solar, dan penggunaan gas.
 - b. Limbah cair dianalisis berdasarkan limbah domestik (individu dan komunal) yang dihasilkan dari populasi penduduk di Kota Surabaya.
2. Sektor *Industrial Process And Product Uses* (IPPU)

Dalam analisis ini diperlukan data industri yang ada di Surabaya dan produksi yang dihasilkan. Selain itu diperlukan data bahan baku dan kapasitas industri. Dalam perhitungan di sektor ini perlu diperhatikan nilai faktor emisi yang terdapat pada Guideline IPCC 2006 agar sesuai dengan industri yang ada di Surabaya.
3. Sektor energi, sektor ini terbagi menjadi 2 yaitu sumber tidak bergerak dan sumber bergerak
 - a. Sumber tidak bergerak, dalam analisis diperlukan data mengenai jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh perusahaan. Data tersebut didapatkan dari perusahaan yang ada di Surabaya dan PT PGN.
 - b. Sumber bergerak, dalam analisis ini diperlukan data bahan bakar yang digunakan untuk transportasi dan bahan bakar kendaraan di perusahaan seperti forklift. Data didapatkan dari PT Pertamina dan juga dari perusahaan yang ada di Surabaya..
4. Sektor *Agriculture, Forestry, and Other Land Use* (AFOLU)

Pada sektor ini dilakukan analisis data untuk bidang peternakan yaitu dari Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Surabaya meliputi bobot hewan dan kotoran. Pada bidang pertanian analisis meliputi masing-masing jenis tanaman, luas lahan pertanian yang produktif dan jenis pupuk yang digunakan di Kota Surabaya. Data jenis tanaman, luas lahan pertanian dan pupuk yang digunakan didapatkan dari Dinas Pertanian Kota Surabaya.

Tabel 3.1 Sumber data yang digunakan dalam perhitungan gas rumah kaca

Sektor	Subsektor	Sumber/Industri
Limbah	Limbah Padat	PT. Sumber Organik
	Limbah Cair	Surabaya dalam angka tahun 2018
Energi	Bahan bakar sumber tidak bergerak	PT PGN
		PT Indofood Sukses Makmur
		PT Sarimas Permai
		PT Sumatraco Langgeng Makmur
		PT Platinum Ceramics Industry
		PT Central Proteina Prima

Sektor	Subsektor	Sumber/Industri
		PT Kedawung
		PT Yosomulyo Jajag
		PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim
		PT Kecap Kenari
	Bahan bakar sumber bergerak	PT Central Proteina Prima
		PT Yosomulyo Jajag
		PT Indofood Sukses Makmur
		PT Sarimas Permai
		PT Platinum Ceramics Industry
		PT Pertamina
		PT Rolimex Kimia Nusamas
Penggunaan Produk dan Proses Industri (<i>Industrial Process and Product Uses/ IPPU</i>)		PT Kedawung
		PT Platinum Ceramics Industry
		PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim
Pertanian, Kehutanan dan Tata Guna Lahan lainnya (<i>Agriculture, Forestry and Othe Landuse/ AFOLU</i>)		Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Surabaya
		Rumah Potong Hewan (RPH)

Sumber : Penyusun, 2019

3.1 Sektor Limbah

Pada perhitungan emisi gas rumah kaca sektor limbah terbagi menjadi limbah padat dan limbah cair domestik dan industri. Perhitungan sektor limbah dihitung berdasarkan data dari Dinas Kebersihan Ruang Terbuka Hijau, PT Sumber Organik dan air limbah yang dihasilkan oleh penduduk Kota Surabaya dari data populasi penduduk. Berikut merupakan data-data yang digunakan

3.1.1 Sektor Limbah Padat

Sektor limbah padat dihitung dari timbulan sampah yang dihasilkan dari penduduk kota Surabaya dan dari jumlah sampah yang masuk ke TPA. Selain itu juga dilakukan perhitungan pemulihan CH_4 yang didapatkan dari recovery energi yang dilakukan di TPA. Data timbulan sampah yang diperoleh untuk sektor limbah padat /sampah dianalisis dalam rumus IPCC 2006 berikut:

$$\text{Emisi } CH_4 = (\text{MSWT} \times \text{MSWF} \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times F \times 16/12 - R) \times (1 - \text{Ox})$$

... (1)

Keterangan:

MSWT = Timbulan sampah kota = berat sampah yang dihasilkan

MSWF = Persentase sampah yang masuk ke TPA

MCF = Faktor koreksi metana

DOC = Degradasi organik karbon dalam sampah

DOCF = Fraksi DOC

F = Fraksi volume CH_4

R = Pemulihan CH_4

Ox = Faktor oksidasi

DOC dihitung dengan menggunakan worksheet dari IPCC 2006. Setelah mendapatkan nilai DOC (degradable organic carbon), nilai emisi gas metana yang dihasilkan i dapat dihitung dengan bantuan worksheet IPCC 2006

3.1.2 Sektor Air Limbah

Perhitungan emisi gas rumah kaca sektor air limbah menggunakan Tier 1. Perhitungannya menggunakan rumus IPCC 2006 berikut:

$$\text{Emisi CH}_4 = [(U_i \times T_{ij} \times E_{Fi}) \times (\text{TOW} - S)] - R \quad \dots (2)$$

Dimana :

U_i = Fraksi populasi

T_{ij} = Derajat pemanfaatan dari saluran atau sistem pengolahan/pembuangan

I = Grup pendapatan

F_i = Faktor emisi

TOW = Total organik dalam limbah cair

S = Lumpur yang dipisahkan

R = Jumlah CH_4 yang dikumpulkan

Grup pendapatan (I) dibedakan menjadi *rural*, *urban high income* dan *urban low income*. Grup pendapatan digunakan untuk menentukan nilai U_i serta T_{ij} . Nilai U_i , T_{ij} , E_{Fi} , S , dan R terdapat pada Guideline IPCC disesuaikan dengan sistem IPAL/jenis sanitasi yang diakses oleh masyarakat. Perhitungannya menggunakan cara berikut:

$$\text{TOW} = P \times \text{BOD} \times I \quad \dots (3)$$

Dimana :

TOW = Jumlah organik yang dapat diurai

P = Jumlah penduduk

BOD = *Biological Oxygen Demand* kebutuhan oksigen biologis untuk memecah bahan buangan di dalam air oleh mikroorganisme

I = Faktor koreksi untuk BOD industri tambahan yang dibuang ke selokan

TOW adalah total material organik dalam limbah yang terurai didapatkan dari populasi penduduk Kota Surabaya yang terlayani oleh akses sanitasi yang layak. Perhitungan TOW menggunakan data jumlah penduduk karena kegiatan yang dilakukan oleh penduduk akan menghasilkan limbah sehingga hal tersebut berpengaruh dalam perhitungan emisi yang dihasilkan pada sektor limbah cair.

Data untuk sektor limbah padat didapat dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya serta PT Sumber Organik dan data untuk sektor air limbah, yaitu data populasi penduduk didapatkan dari Surabaya dalam angka Tahun 2018.

3.2 Sektor *Industrial Processes and Production Use Proses (IPPU)*

3.2.1 Industri Mineral

Sub bab ini menjelaskan metodologi perhitungan emisi gas rumah kaca dari salah satu industri yang menghasilkan produk berupa *conveyor belts* dan *rubber*, yaitu dari PT. Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim. Baik *conveyor belts* maupun *rubber* tidak memiliki data faktor emisi dari IPCC (2006), untuk itu data yang digunakan bersumber dari Jawjit dkk (2010). Asumsi yang digunakan adalah:

1. Bahan *Conveyor belt* adalah karet seluruhnya (100%), karena ketiadaan data berapa persen karet yang menyusun *conveyor belt*
2. Karet dihasilkan dari latex yang ditanam pada proses penanaman. Proses penanaman ini ada dua: 1) latex dari penanaman muda, segar dan tanah deforestasi, 2) penanaman lama dari tanah terolah. Emisi yang dihasilkan akan lebih besar dari penanaman pada lahan deforestasi. Faktor emisi tersebut ditampilkan pada tabel di bawah. Laporan ini akan menggunakan asumsi bahwa latex diproduksi pada lahan deforestasi, sehingga kami memilih angka faktor emisi terbesar. Bahan karet *conveyor belt* berasal dari *Block Rubber* (Jawjit dkk, 2010)

Tabel 3.2 Emisi GRK (ton CO₂-eq/ton produk) dari produksi karet primet

Product	Latex from relatively young plantations on deforested land	Latex from relatively old plantations on cultivated land
Concentrated latex	13	0.54
Block rubber (STR 20)	13	0.70
Ribbed smoked sheet (RSS)	21	0.66

Sumber : Jawjit dkk, 2010

3.2.2 Industri Keramik

Untuk sektor IPPU ini, menggunakan Tier 1 dalam perhitungan emisi CO₂ menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = A \times B \times (1 - C) \quad \dots (4)$$

Dimana :

A = Total produksi

B = Faktor emisi untuk produksi

C = Rata-rata rasio cullet tahunan

Faktor emisi dari keramik dan cullet sebesar 0,2 ton CO₂/ton glass sedangkan rasionya sebesar 0,5.

Dalam perhitungan sektor ini data total produksi keramik dari PT Platinum Ceramics Industry dalam satuan m². Untuk mendapatkan total produksi dalam ton maka perlu dihitung massa jenisnya. Keramik yang diproduksi menggunakan bahan baku feldspar. Massa jenis feldspar sebesar 2,56 g/cm³. Selain massa jenis, perlu diketahui ketebalan keramik yang dihasilkan. Asumsi ketebalan keramik adalah 2 cm. Setelah diketahui kedua hal tersebut, produksi keramik dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Produksi keramik} = 14550000 \text{ m}^2$$

$$\text{Asumsi ketebalan keramik} = 2 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Produksi keramik} = 14550000 \times 0,2 \text{ m} = 2910000 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa jenis feldspar} = 2,56 \text{ g/cm}^3 = 2560 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Produksi keramik} = 2910000 \text{ m}^3 \times 2560 \text{ kg/m}^3$$

$$= 7449600000 \text{ kg} = 7449600 \text{ ton}$$

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (4).

3.3 Sektor Energi

3.3.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

Perhitungan bahan bakar pada sumber tidak bergerak dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah perhitungan emisi berdasarkan jumlah bahan bakar yang digunakan, dan kemudian dikalikan dengan faktor emisinya berdasar nilai energi dalam bahan bakar tersebut. Konsep ini dijelaskan pada subbab 3.3.1.1. Adapun bagian kedua adalah, perhitungan emisi berdasarkan nilai Kwh listrik yang digunakan. Konsep ini dijelaskan pada subbab 3.3.1.2.

3.3.1.1 Perhitungan Emisi dari Bahan Bakar berdasarkan Nilai Kalor

Perhitungan pada sektor ini menggunakan Tier 1. Perhitungan emisi GRK ini berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi. Perhitungan emisi GRK dari bahan bakar menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Emisi GRK} = \text{Data aktivitas} \times \text{Faktor emisi} \quad \dots (5)$$

Data aktivitas adalah data mengenai banyaknya aktivitas manusia yang terkait dengan banyaknya emisi GRK. Aktivitas energi dapat berupa volume bahan bakar atau berat batubara yang dikonsumsi, banyaknya minyak yang diproduksi di lapangan migas (terkait dengan *fugitive emission*)

Faktor emisi adalah suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas. Unit aktivitas dapat berupa volume yang diproduksi atau volume yang di konsumsi. Untuk pendekatan Tier 1 ini digunakan faktor emisi default (IPCC 2006 GL).

Persamaan umum yang digunakan dalam perhitungan emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut :

$$\text{Emisi GRK (kg/tahun)} = \text{Konsumsi energi (TJ/tahun)} \times \text{Faktor emisi (kg/tahun)}$$

... (6)

Faktor emisi menurut default IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg GRK/TJ), sedangkan konsumsi energi yang tersedia pada umumnya dalam satuan fisik seperti ton batu bara, kiloliter minyak diesel, dll. Oleh karena itu sebelum menggunakan persamaan (6) data konsumsi energi dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} = \text{Konsumsi energi (satuan fisik)} \times \text{nilai kalor (TJ/satuan fisik)} \quad \dots (7)$$

Tabel berikut merupakan tabel nilai kalor bahan bakar yang digunakan di Indonesia

Tabel 3.3 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	33×10^{-6} TJ/liter	Kendaraan bermotor
Solar (HSD, ADO)	36×10^{-6} TJ/liter	Kendaraan bermotor, pembangkit listrik
Minyak diesel (IDO)	38×10^{-6} TJ/liter	Boiler industri, pembangkit listrik
MFO	40×10^{-6} TJ/liter $4,04 \times 10^{-2}$ TJ/ton	Pembangkit listrik
Gas bumi	$1,055 \times 10^{-6}$ TJ/SCF $38,5 \times 10^{-6}$ TJ/Nm	Industri, rumah tangga, restoran

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
LPG	47,3x10 ⁻⁶ TJ/kg	Rumah tangga, restoran
Batubara	18,9x10 ⁻³ TJ/ton	Pembangkit listrik, industri

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengadaan dan Penggunaan Energi), 2012

Catatan :

*) termasuk pertamax, pertamax plus

HSD : High Speed Diesel

ADO : Automotive Diesel Oil

IDO : Industrial Diesel Oil

Untuk data dari PT PGN, PT Central Proteina Prima dan PT Kedawung didapatkan pemakaian gas dari pelanggan dalam bentuk volume (m³) sehingga cara perhitungannya menjadi sedikit berbeda. Perhitungan dari data ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Pemakaian gas (TJ) = pemakaian gas (m³) x nilai kalor bahan bakar (TJ/Nm³)

... (8)

Untuk mengetahui besarnya emisi (kg GRK/tahun) selanjutnya dihitung dengan :

Emisi GRK (kg GRK/tahun) = Pemakaian gas (TJ) x FE (CO₂, CH₄, N₂O) ... (9)

Beberapa perusahaan ada yang menggunakan satuan MBTU dan MMBTU dalam penggunaan bahan bakar gas sehingga perlu konversi tersendiri untuk menghitung konsumsi bahan bakarnya. Konversi dari satuan MBTU dan MMBTU adalah sebagai berikut :

1 MBTU = 1.055.000 Joule

1 MMBTU = 1.055.000.000 Joule

Konsumsi gas yang memiliki satuan MBTU/MMBTU dikonversi ke satuan Joule kemudian dikonversi menjadi Tera Joule (TJ). Setelah diketahui konsumsi gas dalam satuan TJ kemudian dikalikan dengan faktor emisi (Tabel 3.4) sehingga dapat diketahui emisi yang dihasilkan. Selain menggunakan gas sebagai bahan bakar, PT Sarimas Permai, PT Kedawung, dan PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses produksi. Perhitungan nilai emisinya menggunakan persamaan 7 dan persamaan 9. Nilai faktor emisi bahan bakar tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4. PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim juga menggunakan kayu sebagai bahan bakar. Nilai kalor untuk kayu adalah sebesar 15x10⁻⁶ TJ/kg (Modul Pelatihan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Penghitungan Baseline Bidang Energi, Transportasi, dan Industri)

Tabel 3.4 Faktor Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar Sumber Stasioner:

Bahan Bakar	Sumber	Faktor emisi (kg GRK/TJ)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
NGL/CGN	Industri Manufaktur	64200	3	0.6
	Rumah tangga	64200	10	0.6
	Bangunan komersial	64200	10	0.6
Batubara (antrasit)	Industri Energi	98300	1	1,5
	Industri Manufaktur	98300	10	1,5

Bahan Bakar	Sumber	Faktor emisi (kg GRK/TJ)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kayu Bakar*		112	30	4

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengadaan dan Penggunaan Energi), 2012

*Modul Pelatihan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Penghitungan Baseline Bidang Energi, Transportasi, dan Industri

3.3.1.2 Perhitungan Emisi berdasarkan Listrik yang digunakan (Kwh)

Dalam penentuan emisi GRK berdasarkan data listrik, metode yang digunakan bukanlah IPCC karena IPCC mendasarkan perhitungan pada jumlah bahan bakar yang digunakan. Sedangkan data yang dimiliki terbatas dan informasi yang dimiliki adalah informasi KWh. Untuk itu, faktor emisi yang digunakan sedikit berbeda yang kami rangkum dari beberapa sumber dan kami rangkum.

Carbon Fund (2019) menampilkan nilai rata-rata emisi CO₂ yaitu 0,0004554 ton CO₂/kWh. Angka ini didapat dari berbagai daerah di US yang kemudian dirata-rata, adapun sumbernya dapat dilihat pada US EPA (2019) dalam keterangan resminya pada laman darinya, menyebut bahwa faktor emisinya adalah 0,000707 ton CO₂/kWh. Angka ini sedikit lebih tinggi dari Carbon Fund. Hal ini wajar karena perbedaan sumber data. Namun demikian, informasi tersebut kurang jelas mengenai sumber bahan bakarnya apakah *natural gas*, ataukah batu bara, atau bahan bakar lain.

Wingas (2019) juga melakukan perhitungan CO₂, namun mereka mencantumkan faktor emisi berdasarkan tipe batu bara: *brown coal*, *hard coal*, dan *natural gas*. Angka emisi yang paling besar adalah *brown coal* karena tipe ini adalah yang paling rendah peringkatnya, paling rendah nilai kalorinya, dan paling digunakan di Indonesia. Faktor emisinya adalah 0,001183 ton CO₂/kWh. Angka ini mirip dengan yang dihasilkan oleh Mittal (2012) berdasarkan informasi dari India yaitu sebesar 0,0007 ton CO₂/kWh dengan bahan bakar batu bara. Namun demikian, angka 0,001183 ton CO₂/kWh akan digunakan pada perhitungan kali ini. Konsep perhitungan ini akan diterapkan untuk menghitung emisi dengan data dari PT Yosomulyo Jajag, PT Indofood Sukses Makmur, PT Sumatracol Langgeng Makmur, PT Kedawung, PT Pertamina dan PT Rolimex Kimia Nusamas.

3.3.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

Emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi GRK yang dihasilkan dari transportasi. Transportasi tersebut meliputi transportasi melalui darat (jalan raya, kereta api), transportasi melalui air (sungai dan laut) dan transportasi melalui udara (pesawat terbang). Selain itu juga meliputi emisi dari kendaraan atau alat berat yang digunakan oleh industri seperti forklift. Hasil emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sektor transportasi berupa CO₂, CH₄ dan N₂O.

Perhitungan emisi GRK sektor ini menggunakan Tier 1. Nilai emisi GRK tergantung pada jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dalam setiap jenis transportasi. Jenis dari bahan bakar minyak

berpengaruh terhadap besarnya nilai emisi karena memiliki faktor emisi yang berbeda. Emisi GRK pada pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Emisi GRK (satuan fisik/tahun)} = \text{Konsumsi energi (TJ/tahun)} \times \text{Faktor emisi (satuan fisik/TJ)} \dots (10)$$

Konsumsi energi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8) dan nilai kalor bahan bakarnya menggunakan pada Tabel 3.3. Faktor emisi bahan bakar yang digunakan terdapat pada tabel berikut :

Tabel 3.5 Faktor Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak

No	Bahan Bakar	Faktor Emisi (ton/TJ)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Solar	74100	3,9	3,9

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengadaan dan Penggunaan Energi), 2012

Tabel 3.6 Faktor Emisi CO₂ Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor

Tipe	Emisi kg GRK/TJ
	CO ₂
Motor gasoline	69300
Gas/Diesel oil	74100
LPG	63100
Kerosene	71900
CNG	56100
LNG	56100

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengadaan dan Penggunaan Energi), 2012

Tabel 3.7 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor

Tipe	CH ₄ kg/TJ	N ₂ O kg/TJ
Premium uncontrolled	33	3.2
Premium dg catalyst	25	na
Solar/ADO	3.9	3.9
Gas bumi/cgn	92	3
LPG	62	0.2
Ethanol, truk	260	41
Ethanol sedan	18	

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengadaan dan Penggunaan Energi), 2012

Emisi dari forklift di perusahaan PT Central Proteina Prima, PT Yosomulyo Jajag, PT Indofood Sukses Makmur, PT Sarimas Permai, PT Platinum Ceramics Industry, dan PT Rolimex Kimia Nusamas dihitung menggunakan faktor emisi pada Tabel 3.5 sedangkan emisi dari kendaraan bermotor menggunakan Tabel 3.6 dan 3.7.

3.4 Sektor AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)

Perhitungan di dalam sektor ini terdiri atas peternakan, pertanian, dan kehutanan serta penggunaan lahan lainnya.

3.4.1 Sub Sektor Peternakan

3.4.1.1 Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah gas metana yang dihasilkan oleh hewan memamah biak (herbivora) sebagai hasil samping dari suatu proses pemecahan karbohidrat hasil pencernaan oleh mikroorganisme untuk diserap ke dalam aliran darah. Rumus dari fermentasi enterik adalah sebagai berikut :

$$\text{Emissions} = \text{EF}_{(T)} * \text{N}_{(T)} * 10^{-6} \quad \dots (11)$$

Dimana :

Emissions = Emisi metana dari fermentasi enterik, Gg CH₄/year
EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kgCH₄/head/year
N(T) = Jumlah populasi jenis/ kategori ternak tertentu, Animal Unit
T = Jenis/ kategori ternak

N(T), in Animal Unit, didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$\text{N}_{(T) \text{ in Animal Unit}} = \text{N}_{(X)} * \text{k}_{(T)} \quad \dots (12)$$

Dimana :

N(T) = Jumlah ternak dalam Animal Unit
N_(X) = Jumlah ternak dalam ekor
k_(T) = Faktor koreksi (sapi pedaging=0,72, sapi perah=0,75,kerbau=0,72)
T = Jenis/kategori ternak (sapi pedaging, sapi perah dan kerbau)

Faktor emisi metana dari fermentasi enterik ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 3.8 Tabel Faktor Emisi Metana Fermentasi Enterik

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
1	Sapi pedaging	47
2	Sapi perah	61
3	Kerbau	55
4	Domba	5
5	Kambing	5
6	Babi	1
7	Kuda	18

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya), 2012

3.4.1.2 Pengelolaan Ternak

Data populasi ternak yang dari Dinas Pertanian Kota Surabaya dianalisis menggunakan rumus pengelolaan kotoran ternak. Potensi gas metana dapat dihitung dari pengelolaan kotoran hewan ternak yang dihasilkan. Potensi gas metana dihitung menggunakan persamaan berikut :

Potensi Gas Metana = Jumlah hewan ternak (ekor) x Faktor emisi (kg/ekor/tahun)
... (13)

Tabel 3.9 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Hewan

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
1	Sapi	1
2	Sapi perah	31
3	Kerbau	2
4	Kuda	2.19
5	Kambing	0.22
6	Domba	0.2
7	Itik/bebek	0.02
8	Ayam	0.02

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya), 2012

3.4.2 Sub Sektor Pertanian

3.4.2.1 Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Lahan Pertanian

Dalam perhitungan emisi CH₄ dari lahan pertanian pada worksheet IPCC (2006) diperlukan data aktivitas berikut:

a. Data Aktivitas:

- Luas panen padi sawah dalam setahun (A)
- Lama budidaya padi dalam 1 tahun (t)
- EF padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik (*EF_c*)
- Faktor skala lahan sawah irigasi intermitten (*SF_w*)
- Faktor skala rejim air sebelum periode budidaya (*SF_p*) tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman < 30 hari
- Jumlah pupuk kandang yang digunakan (ROA)
- *Conversion factor for different types of organic amendment* (CFOA) = 0,14 (pupuk kandang)
- Faktor skala untuk jenis tanah oksisols (*SF_s*)
- Faktor skala varietas padi Ciherang (*SF_r*)

Setelah diketahui data aktivitas maka tahapan perhitungannya dilakukan seperti berikut ini :

b. Tahapan Perhitungan :

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang (*SF_o*)

$$1 + (ROA \times CFOA)^{0.59}$$
- Menghitung faktor emisi harian

$$EF_i = (EF_c \times SF_w \times SF_o \times SF_s \times SF_r) \quad \dots (14)$$
- Menghitung emisi metan dari lahan sawah

$$CH_4 \text{ Rice} = (EF \times t \times A \times 10^{-6}) \quad \dots (15)$$

3.4.2.2 Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO₂ yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH₂)₂) diubah menjadiamonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) dengan adanya airdan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur,

bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO₂ dan air. Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO₂ dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk Urea dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = (\text{M Urea} \times \text{EF Urea}) \quad \dots \text{ (16)}$$

Faktor emisi untuk urea adalah 0,2

BAB 4

GAMBARAN UMUM

4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak diantara 112° 36' – 112°54' Bujur Timur dan 70° 21' Lintang Selatan. Kota Surabaya berbatasan dengan selat Madura di sebelah utara dan di sebelah timur, di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo dan di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gresik.

Kota Surabaya umumnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian antara 3-6 meter diatas permukaan laut, kecuali daerah di sebelah selatan dengan ketinggian antara 25-50 meter di atas permukaan laut. Temperatur Kota Surabaya rata-rata antara 22,60 – 34,10, dengan tekanan udara rata-rata antara 1005,2 – 1013,9 milibar dan kelembaban antara 42% - 97%. Kecepatan angin rata-rata per jam mencapai 12 – 23 km, curah hujan rata-rata antara 120 – 190 mm.

Jenis tanah yang terdapat di Wilayah Kota Surabaya terdiri atas jenis tanah alluvial dan grumosol. Pada jenis tanah alluvial terdiri atas 3 karakteristik yaitu alluvial hidromorf, alluvial kelabu tua, dan alluvial kelabu.

Kota Surabaya memiliki 31 kecamatan dengan pengelompokkan 5 (lima) wilayah pembantu walikota yaitu Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Pusat. Total luas wilayah Surabaya adalah 334,51 km².

4.2 Sektor-sektor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya

Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di Kawasan Indonesia Timur. Surabaya juga dikenal sebagai kota perdagangan internasional yang dilakukan melalui jalur maritim yang berlokasi di Pelabuhan Perak. Dengan predikat Surabaya sebagai kota perdagangan terdapat beberapa pilar-pilar penyangganya. Lokasi-lokasi ini yang menjadi ruang-ruang terjadinya aktivitas perdagangan. Desain kota perdagangan sejalan dengan Pelabuhan Perak yang langsung terhubung dengan daerah pusat industri dan pergudangan di Surabaya seperti SIER, Berbek, Margomulyo.

4.2.1 Sektor Limbah Padat

4.2.1.1 Limbah Padat

Pengelolaan Sampah TPA Benowo dikembangkan menggunakan sistem pengelolaan *Sanitary Landfill* dan Gasifikasi sehingga menghasilkan energi. Jumlah timbulan sampah hari Kota Surabaya pada tahun 2018 adalah 2.178.691 kg/hari (Tabel 4.2) atau bila dalam Gg/tahun sebesar 795,22 Gg/tahun dan sampah yang masuk ke TPA sebesar 608.389 ton/tahun (Tabel 4.3). Selain data timbulan sampah untuk perhitungan emisi GRK juga diperlukan komposisi sampah yang menunjukkan jenis sampah. Komposisi sampah yang masuk di TPA Benowo adalah sampah organik, kayu, kulit, karet, plastik, kertas, kain, kaca, china/stone, logam dan lain-lain. Adapun komposisi sampah di TPA dijelaskan pada Tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Komposisi Sampah

No	Jenis Sampah	Komposisi
1.	Sampah organik	10,3%
2.	Kayu/produk kayu	10%
3.	Kulit, karet	0,47%
4.	Plastik	23,3%
5.	Kertas/bahan kertas	28%
6.	Kain/tekstil	15%
7.	Kaca	0,03%
8.	China, stone	1,1%
9.	Logam	0,8%
10.	Lain-lain	11%
Total		100%

Sumber : PT Sumber Organik, 2019

Tabel 4.2 Data Timbulan Sampah Tahun 2018

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah (kg/hari)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Karangpilang	75.658	53.263,23
2	Wonocolo	83.743	58.955,07
3	Rungkut	117.591	82.784,06
4	Wonokromo	167.720	118.074,88
5	Tegalsari	106.646	75.078,78
6	Sawahan	213.760	150.487,04
7	Genteng	61.934	43.601,54
8	Gubeng	141.768	99.804,67
9	Sukolilo	114.309	80.473,54
10	Tambaksari	234.473	165.068,99
11	Simokerto	102.764	72.345,86
12	Pabean Cantikan	84.907	59.774,53
13	Bubutan	106.399	74.904,90
14	Tandes	94.810	66.746,24
15	Krembangan	124.419	87.590,98
16	Semampir	202.040	142.236,16
17	Kenjeran	172.174	121.210,50
18	Lakarsantri	59.930	42.190,72
19	Benowo	66.062	46.507,65
20	Wiyung	72.720	51.194,88
21	Dukuh Pakis	62.520	44.014,08
22	Gayungan	46.958	33.058,43
23	Jambangan	52.376	36.872,70
24	Tenggilis Mejoyo	59.555	41.926,72
25	Gunung Anyar	58.714	41.334,66
26	Mulyorejo	89.510	63.015,04
27	Sukomanunggal	105.917	74.565,57
28	Asemrowo	48.744	34.315,78
29	Bulak	45.211	31.828,54
30	Pakal	56.453	39.742,91

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah (kg/hari)
31	Sambikerep	64.947	45.722,69
Total		3.094.732	2.178.691

Sumber : Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, 2019

Tabel 4.3 Data Jumlah Sampah Masuk ke TPA Tahun 2018

No	Bulan	Jumlah Tonase
1	Januari	53.328
2	Februari	48.930
3	Maret	55.009
4	April	50.578
5	Mei	51.008
6	Juni	44.988
7	Juli	48.986
8	Agustus	47.481
9	September	47.747
10	Oktober	50.381
11	November	53.535
12	Desember	56.418
Total		608.389

Sumber : PT Sumber Organik, 2019

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui jumlah timbulan sampah yang dihasilkan sebanyak 2.178.691 kg/hari atau sebanyak 795.222.334,7 kg/tahun. Timbulan sampah dalam Gg/tahun adalah sebesar 795,22 Gg/tahun. Pada Tabel 4.3 diketahui jumlah sampah yang masuk ke TPA Benowo pada tahun 2018 adalah sebesar 608.389 ton/tahun atau 608,389 Gg/tahun.

4.2.1.2 Limbah Cair

A. Sistem Setempat (*On Site System*)

Sebagian besar limbah cair menggunakan sistem pembuangan setempat (*on site system*) dan sebagian dialirkan ke saluran depan rumah, sungai atau lahan kosong di sekitar rumah, sehingga dapat mengakibatkan pencemaran. Penduduk di wilayah Kota Surabaya sebagian besar sudah menggunakan jamban dengan tangki septik, dan sebagian lainnya belum menggunakan sarana sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan.

B. Sistem Terpusat (*Off Site System*)

Pengolahan limbah cair domestik terpusat telah direncanakan dalam Surabaya *Sewerage and Sanitation Development Programme* (Surabaya SSDP) pada September 2000, yang merupakan bagian dari pelaksanaan SUDP (Surabaya *Urban Development Project*). Untuk meminimasi pencemaran limbah cair industri, di Surabaya bagian Timur telah dibangun Unit Pengolahan Limbah (UPL) terpusat di kawasan industri SIER (Surabaya *Industrial Estate* Rungkut). Beberapa industri harus melakukan pengolahan awal limbah sebelum diinjeksikan pada jaringan inlet instalasi pengolahan limbah. Untuk limbah non industri, sumber berasal dari kegiatan agro industri dan industri pengolahan.

4.2.2 Sektor IPPU

Kawasan perindustrian untuk Kota Surabaya terdiri dari 2 (dua) kategori yaitu:

1. Kawasan industri, yang terdiri dari kompleks industri. Kawasan ini tersebar di beberapa wilayah yaitu :
 - a. Surabaya Utara yaitu kawasan industri strategis berupa industri perkapalan (PT. PAL) yang terletak di Kawasan Pelabuhan;
 - b. Surabaya Timur, di PT. SIER (Kecamatan Rungkut, Tenggilis Mejoyo, dan Gununganyar);
 - c. Surabaya Selatan, di kompleks industri Warugunung Kecamatan Karangpilang;
 - d. Surabaya Barat, seperti di kompleks industri Margomulyo (Kecamatan Tandes);
2. Industri Non Kawasan, merupakan kegiatan industri individu dan sentra industri. Industri non kawasan ini berupa industri kecil yang dikembangkan di wilayah permukiman dan sentra industri pinggiran kota. Industri ini meliputi industri pangan dan sandang, mebel kayu, rotan, barang-barang elektronika serta barang yang mempunyai nilai seni. Kawasan industri terpusat di wilayah Surabaya Barat.

Berikut merupakan data yang digunakan untuk melakukan perhitungan emisi dari sektor IPPU:

Tabel 4.4 Data Jumlah Produksi Industri Tahun 2018

No	Nama Perusahaan	Produksi	Total produksi
			(ton/tahun)
1	PT Kedawung	Cullet	14.400
2	PT Platinum Ceramics Industry	Keramik	7.449.600
3	PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim	Conveyor belt dan rubber article	983

Sumber : PT Kedawung, PT Platinum Ceramics Industry, dan PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim, 2019

Tabel 4.4 menjelaskan total produksi dari beberapa perusahaan yang ada di Kota Surabaya. Perusahaan tersebut adalah PT Kedawung yang memproduksi cullet sebanyak 14.400 ton/tahun, PT Platinum Ceramics Industry yang memproduksi keramik sebanyak 7.449.600 ton/tahun dan PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim yang memproduksi *conveyor belt* dan *rubber article* sebanyak 983 ton/tahun.

4.2.3 Sektor Energi

Di Surabaya, penggunaan energi terdiri dari penggunaan energi listrik, bahan bakar minyak, LPG, gas alam, batu bara dan energi baru terbarukan. Penggunaan bahan bakar minyak di Kota Surabaya digunakan sektor transportasi, sektor industri, sektor rumah tangga, dan sebagainya. Pengguna energi listrik terbagi menjadi beberapa sektor, yaitu fasilitas umum dan jalan, rumah tangga, kegiatan usaha, industri, dan gedung pemerintahan. Penggunaan listrik ini dibedakan menjadi penggunaan listrik dari golongan tarif dan penggunaan listrik dari industri. Total penggunaan listrik berdasarkan golongan tarif adalah sebesar 8.554.271.024 kwh/tahun dan penggunaan listrik dari industri sebesar 209.263.425 kwh/tahun. Gambaran penggunaan energi di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.5 Penggunaan energi listrik berdasarkan golongan tarif

No.	Golongan Tarif	KWh Jual
1	Fasilitas Umum dan Jalan	104.962.589
2	Rumah Tangga	2.839.653.999
3	Kegiatan Usaha	2.189.047.220
4	Industri	3.255.988.268
5	Gedung Pemerintahan	164.618.948
	Total	8.554.271.024

Sumber : Data PLN Persero, 2019

Tabel 4.6 Penggunaan Listrik dari Industri

No	Perusahaan	Konsumsi Listrik (Kwh/tahun)
1	PT Yosomulyo Jajag	2.312.311
2	PT Indofood Sukses Makmur	102.1891.88
3	PT Sumatraco Langgeng Makmur	48.800
4	PT Kedawung	19.200.000
5	PT Pertamina	3.300.200
6	PT Rolimex Kimia Nusamas	82.212.926
		209.263.425

Sumber : PT Yosomulyo Jajag, PT Indofood Sukses Makmur, PT Sumatraco Langgeng Makmur, PT Kedawung, PT Pertamina, PT Rolimex Kimia Nusamas, 2019

Sektor energi dibagi menjadi emisi dari penggunaan listrik, emisi dari pembakaran bahan bakar sumber tidak bergerak dan emisi dari pembakaran bahan bakar sumber bergerak. Berikut merupakan data yang digunakan untuk perhitungan emisi dari sektor energi sumber tidak bergerak dan sumber bergerak :

Tabel 4.7 Sumber Data Perhitungan Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan/Pengguna Bahan Bakar	Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar	Satuan
1	PT Indofood Sukses Makmur	CGN	21.222	MMBTU
		Solar	109.966	liter
2	PT Sarimas Permai	Gas	17.400	MMBTU
		Batubara	5.475	ton
3	PT Sumatraco Langgeng Makmur	CNE	368.213,28	MBTU
4	PT Platinum Ceramics Industry	Gas	1.337.733,65	MMBTU
5	Rumah tangga	Gas	7.233.915	m ³
6	Pelanggan kecil	Gas	672.673	m ³
7	Pelanggan komersial	Gas	12.932.224	m ³
8	Pelanggan industri manufaktur	Gas	124.738.391	m ³
9	PT Central Proteina Prima-Surabaya	Gas	782.721	m ³
		Solar	7.627	liter
10	PT Kedawung	Gas	12.060.000	m ³
		Solar	285.600	liter
		Batubara	960	ton
11	PT Yosomulyo Jajag	Solar	37.096,4	liter
12	PT Kecap Kenari	Solar	43.269,23077	liter
13	PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim	Batubara	360	ton
		Kayu	360.000	kg

Sumber : PT PGN, PT Indofood Sukses Makmur, PT Sarimas Permai, PT Sumatraco Langgeng Makmur, PT Platinum Ceramics Industry, PT Central Proteina Prima-Surabaya, PT

Tabel 4.8 Sumber Data Perhitungan Sumber Bergerak

No	Nama Perusahaan	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar (liter)
1	PT Central Proteina Prima-Surabaya	Solar	29.055
2	PT Yosomulyo Jajag	Solar	182.567
3	PT Indofood Sukses Makmur	Solar	122.022
4	PT Sarimas Permai	Solar	36.000
5	PT Platinum Ceramics Industry	Solar	503.391
6	PT Pertamina (Distribusi BBM)	Premium	150.475.564.704,88
		Dual Purpose Kero	36.667.588,93
		M. Solar	207.982.665.387,42
		Bio Solar	114.261.374.813,71
		Minyak Diesel	660.886.650,52
		Minyak Bakar	47.509.579.438,75
		Pertamax	102.865.728.508,87
		Pertamax Turbo	9.084.653.935,43
		Pertalite	271.562.084.664,48
		Dexlite	6.417.499.972,88
7	PT Pertamina	Pertamina Dex	7.205.075.066,25
		Solar	-
		Pertamax	1.000.000
		Pertamina Dex	4.600.000
8	PT Rolimex Kimia Nusamas	Premium	1.000.000
		Solar	6.703
		Pertamax	4.600.000

Sumber : PT Central Proteina Prima-Surabaya, PT Yosomulyo Jajag, PT Indofood Sukses Makmur, PT Sarimas Permai, PT Platinum Ceramics Industry, PT Pertamina, PT Rolimex Kimia Nusamas, 2019

Bahan bakar yang digunakan oleh industri untuk proses produksi (sumber tidak bergerak) ada beberapa macam seperti gas, CNE, CGN, batubara, solar dan kayu (Tabel 4.7). Bahan bakar yang digunakan untuk sumber bergerak adalah solar, premium, dual purpose kerosine, biosolar, minyak diesel, minyak bakar, pertamax, pertamax turbo, pertalite, dexlite, dan pertamina dex (Tabel 4.8).

4.2.4 Sektor AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Use)

Sektor pertanian di Kota Surabaya mengalami pergeseran dengan cepat. Lahan pertanian di Kota Surabaya banyak yang telah berubah menjadi perumahan. Berikut adalah data luas lahan pertanian di Kota Surabaya pada tahun 2018.

Tabel 4.9 Luas Lahan Pertanian di Kota Surabaya Tahun 2018

No	Kecamatan	Sistem Pengairan	
		Irigasi	Tadah Hujan
1	Asemrowo	0	0
2	Benowo	0	92
3	Bubutan	0	0
4	Bulak	29	81
5	Dukuh Pakis	0	0
6	Gayungan	0	3
7	Genteng	0	0
8	Gubeng	0	0
9	Gunung Anyar	0	6

No	Kecamatan	Sistem Pengairan	
		Irigasi	Tadah Hujan
10	Jambangan	0	2
11	Karangpilang	0	38
12	Kenjeran	0	0
13	Krempangan	0	0
14	Lakarsantri	0	458
15	Mulyorejo	0	37
16	Pabean Cantian	0	0
17	Pakal	0	214
18	Rungkut	0	16
19	Sambikerep	0	133
20	Sawahan	0	0
21	Semampir	0	0
22	Simokerto	0	0
23	Sukolilo	0	68
24	Sukomanunggal	0	0
25	Tambaksari	0	0
26	Tandes	0	6
27	Tegalsari	0	0
28	Teng. Mejoyo	0	0
29	Wiyung	0	36
30	Wonocolo	3	0
31	Wonokromo	0	0
Jumlah		32	1190

Sumber : Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2018

Dalam perhitungan nilai emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari lahan pertanian, diperlukan data konsumsi pupuk beserta jenisnya. Berikut data konsumsi pupuk di Kota Surabaya tahun 2018 terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.10 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk Tahun 2018

No	Jenis Pupuk	Konsumsi (Ton)
1	UREA	1103
2	ZA	122
3	SP-36	58
4	NPK	170
5	ORGANIK	10

Sumber : Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2019

Masih ada beberapa pemeliharaan hewan ternak di Kota Surabaya sehingga potensi gas metana ini dapat dihitung dari pengelolaan hewan ternak. Potensi gas metana ini dapat dihasilkan dari hewan ternak yang dipotong. Selain itu juga emisi CH₄ dapat dihasilkan dari hewan ternak yang ada di kota Surabaya. Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 merupakan sumber data yang digunakan untuk melakukan perhitungan sektor AFOLU :

Tabel 4.11 Jumlah Hewan yang Dipotong di Kota Surabaya Tahun 2018

No	Jenis Hewan	Jumlah (ekor)
1	Sapi	52,872
2	Babi	43,582
3	Kambing	17,644

Sumber : Rumah Potong Hewan Kota Surabaya, 2019

Tabel 4.12 Jumlah Hewan di Kota Surabaya Tahun 2018

No	Jenis hewan	Jumlah hewan
1	sapi	129
2	sapi perah	513
3	kerbau	22
4	kuda	5
5	kambing	1020
6	domba	52
7	itik/duck	2028
8	ayam	20249

Sumber : Surabaya dalam Angka, 2018

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Sektor Limbah

5.1.1 Sektor Limbah Padat

Untuk sektor limbah padat terdiri dari emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sampah padat domestik (sampah kota) atau *municipal solid waste* (MSW). Pada kajian inventarisasi ini perhitungan sektor limbah dihitung berdasarkan data aktivitas di TPA. Dari data timbulan sampah yang diperoleh untuk sektor limbah padat (pengelolaan sampah) akan dimasukkan dalam rumus IPCC 2006 pada persamaan (1) di Bab 3.

Nilai timbulan sampah di Kota Surabaya yaitu sebesar 1.403,61 Gg/tahun, timbulan ini didapatkan dari jumlah sampah yang dihasilkan oleh penduduk sebesar 795,22 Gg/tahun dan jumlah sampah yang masuk ke TPA sebesar 608,39 Gg/tahun. Langkah pertama dalam perhitungan emisi GRK sektor limbah padat adalah menghitung *Degradable Organic Carbon* (DOC) dengan menggunakan worksheet dari IPCC 2006 dan data yang dibutuhkan berupa jumlah timbulan sampah dan DOC. Nilai DOC menentukan besarnya gas CH₄ yang dapat terbentuk pada proses degradasi komponen organik/karbon yang ada pada limbah. Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan dari DOC.

Tabel 5.1 Perhitungan DOC

A	B	C	D	E	F	G
No	Jenis sampah	Wi fraksi	Kandungan bahan kering	DOCi dalam basis berat kering	DOCi berat basah (D x E)	DOC (C x F)
1	Sampah basah (sisa makanan dan kebun)	0,54	0,4	0,49	0,196	0,1058
2	Kayu	0,016	0,85	0,5	0,425	0,0068
3	Kulit	0,019	0,84	0,39	0,3276	0,0062
4	Karet	0,014	0,84	0,39	0,3276	0,0046
5	Plastik	0,19	1		0	0,0000
6	Kertas	0,15	0,9	0,44	0,396	0,0594
7	Kain/tekstil	0,015	0,8	0,3	0,24	0,0036
8	Kaca	0,012	1			
9	Keramik	0,0017				
10	Logam	0,0048	1			
11	Lain-lain	0,036	0,9			
Hasil perhitungan DOC sampah						0,1865

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Setelah mendapatkan nilai DOC (*degradable organic carbon*), nilai emisi gas methane yang dihasilkan di Kota Surabaya dapat dihitung dengan bantuan worksheet IPCC 2006. Khusus untuk nilai Recovery (Pemulihan CH₄) di TPA sudah ada penangkapan gas metan sehingga nilai gas metan yang dipulihkan/tidak terlepas di

udara sebesar 0,2331 Gg CH₄. Perhitungannya terdapat pada Tabel 5.2. Pada perhitungan ini, listrik yang dihasilkan (kwh/tahun) didapatkan dari konversi energi dari sampah yang masuk ke TPA Benowo tahun 2018. Hasil perhitungan terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Recovery CH₄

A	B	C	D	E	F	G
Listrik yang dihasilkan (kWh/thn)	Gas metana (m ³ /th)	Densitas gas metana (kg/m ³)	Gas metana (kg/thn)	Gas metana (Gg/thn)	Pengurangan gas metana selama 2 bulan (kg)	pengurangan gas metana selama 2 bulan (Gg)
	A/4,7		B x C	D x 10 ⁻⁶	D/6	E/6
10.018.576	2.131.611,91	0,656	1.398.337,42	1,398	233.056,236	0,2331

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Catatan : Densitas untuk gas metana adalah sebesar 0,656 kg/m³ dan berdasarkan Panjaitan, 2012 dapat diketahui bahwa energi 1 m³ biogas setara dengan 4,7 kWh energi listrik

Setelah menghitung nilai DOC dan nilai Recovery CH₄, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan worksheet IPCC 2006 sebagaimana terdapat pada Tabel 5.3 Hasil Emisi Gas Metan. Berikut merupakan contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 \text{Total sampah yang dibuang ke TPA} &= 1.403,61 \text{ Gg/tahun} \\
 \text{Nilai DOC} &= 0,1865 \\
 \text{Fraksi DOC} &= 0,5 \\
 \text{Fraksi Koreksi Metana} &= 0,8 \\
 \text{DDOCmd} &= \text{Total sampah yang dibuang} \times \text{Nilai DOC} \times \\
 &\quad \text{fraksi DOC} \times \text{fraksi koreksi metana} \\
 &= 1.403,61 \text{ Gg/tahun} \times 0,1865 \times 0,5 \times 0,8 \\
 &= 104,68 \\
 \text{Fraksi CH}_4 &= 0,5 \\
 \text{Rasio} &= 1,33 \\
 \text{CH}_4 \text{ yang dihasilkan} &= \text{DDOCmd} \times \text{fraksi CH}_4 \times \text{Rasio} \\
 &= 104,68 \times 0,5 \times 1,33 \\
 &= 69,788 \\
 \text{Pemulihan CH}_4 &= 0,2331 \text{ Gg} \\
 \text{Faktor oksidasi} &= 0 \\
 \text{Emisi CH}_4 &= (\text{CH}_4 \text{ yang dihasilkan} - \text{Pemulihan CH}_4) \times \\
 &\quad (1 - \text{faktor oksidasi}) \\
 &= 69,554 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun} \\
 &= 69,554 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun} \times 25 \\
 &= 1738,87 \text{ Gg CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

5.1.2 Sektor Limbah Cair

Perhitungan emisi gas rumah kaca pada subsektor air limbah menggunakan Tier 1 karena keterbatasan data mengenai kualitas air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Kota Surabaya. Untuk data sektor limbah cair dimasukkan dalam rumus IPCC 2006 (Persamaan 2). Sebelum menghitung emisi GRK, perlu dihitung

terlebih dahulu nilai *Total Organically Degradable Material in Wastewater* (TOW). TOW adalah total material organik dalam limbah yang terurai didapatkan dari populasi penduduk Kota Surabaya yang terlayani oleh akses sanitasi yang layak. Adapun nilai U_i , T_{ij} , E_{Fi} , S , dan R yang terdapat pada Guideline IPCC sesuai dengan sistem IPAL/jenis sanitasi yang diakses oleh masyarakat sebagaimana perhitungan pada Persamaan 3. Hasil perhitungan dari TOW pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.3 Perhitungan TOW

A	B	C	D	E (BxCxD)
Kota	Populasi (cap)	Komponen organik yang dapat diurai (kg BOD/cap year)	Faktor koreksi untuk BOD yang dibuang ke selokan	Jumlah bahan organik terdegradasi dalam air limbah (kg BOD/year)
Surabaya	2.908.410	14,6	1	42.462.786

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai TOW adalah sebesar 42.462.786 kg BOD/year. Untuk menghitung jumlah limbah yang diolah di masing-masing jenis pengolahan digunakan data default (IPCC 2006 GL) fraksi penggunaan masing-masing jenis pengolahan untuk berbagai kategori masyarakat (perkotaan, pedesaan, pendapatan rendah dan tinggi) sebagaimana disampaikan pada Tabel 5.5 sedangkan data MCF masing-masing jenis pengolahan limbah disampaikan pada Tabel 5.6. Berdasarkan hal tersebut, Kota Surabaya merupakan kota dengan grup *high income* sehingga menggunakan fraksi populasi sebesar 0,12. Proses pengolahan limbah cairnya dilakukan dengan beberapa cara yaitu adanya septic tank, penggunaan jamban, selokan, sungai, laut, danau serta lainnya. Nilai-nilai ini didapatkan dari pertimbangan ahli. Fraksi untuk tiap-tiap pengolahan limbah cair di Kota Surabaya adalah :

Septic tank	= 0,88
Jamban	= 0,03
selokan	= 0,04
Sungai, danau, laut	= 0
Lainnya	= 0,05

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Emisi Gas Metan

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Tipe	Wilayah	Total sampah yang dibuang ke TPA selama setahun (Gg)	DOC (Degradasi organik karbon dalam sampah)	DOCf (fraksi DOC)	MCF (faktor koreksi metana)	DDOCmd (Cx Dx Ex F)	F (Fraksi CH ₄)	Konversi dan rasio (16/12)	CH ₄ yang dihasilkan (GxHxI)	R (Pemulihan CH ₄)	Ox (Faktor oksidasi)	Emisi CH ₄ (J-K)*(1-L)
Dikelola-anaerob												
Dikelola-semi-anaerob												
tidak dikelola-kedalaman limbah > 5 m dan atau lebh tinggi	Kota Surabaya	1.403,61	0,1865	0,5	0,8	104,68	0,5	1,33	69,788	0,2331	0	69,554

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Pada Tabel diatas diketahui bahwa *sheet* kolom yang digunakan untuk perhitungan emisi GRK yang di buang ke TPA adalah tidak dikelola (>5 m), artinya TPA dalam operasionalnya belum dikelola sesuai dengan desain awalnya yaitu *sanitary landfill* yang harus dilakukan penutupan layer setiap hari untuk menghindari kontak dengan air tanah kedalaman lebih dari dari 5 m. Emisi metan yang dihasilkan dari limbah padat adalah sebesar 69,554 Gg CH₄. Untuk mengubahnya ke CO₂ maka nilai emisi CH₄ harus dikalikan faktor konversinya yaitu 25. Sehingga besarnya nilai emisi limbah padat di TPA adalah sebesar 69,554 Gg CH₄/tahun x 25 = 1.738,87 Gg CO₂/tahun.

Tabel 5.5 Data *Default* (IPCC 2006 GL) Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair Perkotaan untuk Berbagai Kategori Masyarakat

Negara	Urbanisasi (U) ¹			Alur pengolahan dan pembuangan limbah berdasarkan grup pendapatan (T ₁₁) ³														
	Fraksi populasi			Rural					Urban high income					urban low income				
	Rural	Urban-high	Urban-low	Septic tank	Latrine	Other	Sewer ⁴	None	septic tank	latrine	other	sewer ⁴	none	septic tank	latrine	other	sewer	none
Asia																		
China	0,59	0,12	0,29	0,00	0,47	0,50	0,00	0,3	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,68	0,05
India	0,71	0,06	0,23	0,00	0,47	0,10	0,10	0,33	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Indonesia	0,54	0,12	0,34	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Pakistan	0,65	0,07	0,28	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Bangladesh	0,72	0,06	0,22	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Japan	0,20	0,80	0,00	0,20	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,00	0,0	0,00	0,90	0,00

Notes

1. Urbanization projectuons for 2005 (United Nations, 2005)
2. Suggested urban-high income and urban low income division, Countries are encourage to use their own date or best judgement
3. T₁₁ values based on expert judgement (Doorn and Liles, 1999)
4. Sewers may be open or closed, which will govern the colce of MCF
5. Destati, 2001

Catatan : angka-angka ini dari literatur atau berdasarkan expert judgement, jika dimungkinkan sebaiknya digunakan angka national

Sumber : Laporan Akhir Inventarisasi GRK Kota Surabaya, 2016

Tabel 5.6 Nilai default MCF untuk Limbah Cair

Tipe pengolahan dan Sistem Aliran		Penjelasan	MCF ¹	Interval
Tahap perlakuan	Laut, sungai, danau	sungai dengan kandungan bahan organik berkonsentrasi tinggi dapat bersifat anaerobbik	0,1	0-0,2
	Tempat Pembuangan	pembuangan terbuka dan tertutup	0,5	0,4-0,8
	Saluran Pembuangan (Terbuka atau Tertutup)	alirannya cepat, bersih (terdapat CH ₄ dalam jumlah yang sedikit)	0	0
Perlakuan	Pabrik Pengolahan secara Aerobik dan Terpusat	Sistem harus baik. Sejumlah CH ₄ dihasilkan dari kolam penampungan	0	0-0,1
		Sistem yang tidak baik. Penampungan yang berlebihan	0,3	0,2-0,4
	Pengolahan Lumpur Secara Anaerobik	Recovery CH ₄ tidak dipertimbangkan	0,8	0,8-1,0
	Reaktor Anaerobik	Recovery CH ₄ tidak dipertimbangkan	0,8	0,8-1,0
	Danau di pinggir laut (lagoon) yang dangkal	Kedalaman kurang dari 2 meter, menggunakan pertimbangan para ahli	0,2	0-0,3
	Danau di pinggir laut (lagoon) yang dalam	Kedalaman lebih dari 2 meter	0,8	0,8-1,0
	Sistem Pembusukan	terdapat setengah BOD dalam tangki penampungan	0,5	0,5
	Kakus	musim kering, air tanah lebih rendah dari kakus, keluarga kecil (3-5 orang)	0,1	0,05-0,15
		musim kering, air tanah lebih rendah dari kakus, komunitas (beberapa orang)	0,5	0,4-0,6
		musim basah, air tanah lebih tinggi dari kakus	0,7	0,7-1,0
		pengendapan secara teratur dapat digunakan untuk pupuk	0,1	0,1

¹Berdasarkan pertimbangan dari para ahli

Sumber : Laporan Akhir Inventarisasi GRK Kota Surabaya, 2016

Tabel 5.7 Perhitungan Emisi GRK dari Limbah Cair

A	B	C	D	E	F	G	H
Kelompok pendapatan	Jenis perlakuan (Ui)	Fraksi populasi dalam grup income dalam tahun inventori (Tij)	Tingkat pemanfaatan	Faktor emisi*	TOW	Emisi metana (kg CH ₄ /year) (Cx Dx Ex F)	Emisi metana (Gg CH ₄ /year) (Cx Dx Ex F x 10 ⁻⁶)
Perkotaan dengan penghasilan yang tinggi	septic tank	0,12	0,88	0,3	42.462.786	1.345.221,06	1,3452
	jamban	0,12	0,03	0,06	42.462.786	9.171,96	0,0092
	lainnya	0,12	0,05	0,06	42.462.786	15.286,60	0,0153
	selokan	0,12	0,04	0,06	42.462.786	12.229,23	0,0122
	laut,sungai, danau	0,12	0	0	42.462.786	0	0
Total						1.381.908,908	1,3819

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

*) Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional (Pengelolaan Limbah), 2012

Dari hasil perhitungan diperoleh emisi CH₄ untuk limbah cair kota Surabaya sebesar 1,3819 Gg CH₄. Untuk mengubahnya menjadi Gg CO₂ maka nilai emisi CH₄ harus dikalikan faktor konversinya yaitu 25. Sehingga besarnya nilai emisi limbah cair adalah sebesar 1,3819 x 25 = 34,54 Gg CO₂/tahun.

Dari hasil perhitungan, emisi GRK dari limbah padat sebesar 1.738,87 Gg CO₂/tahun dan emisi limbah cair 34,55 Gg CO₂/tahun. Maka total emisi GRK dari sektor limbah sebesar 1.773,418 Gg CO₂/thn.

5.2 Sektor IPPU

Proses produksi gelas/kaca menghasilkan CO₂ dari proses pelelehan bahan baku yang mengandung karbonat yaitu batukapur (CaCO₃), dolomit Ca,Mg (CO₃)₂ dan soda abu (Na₂CO₃). Disamping menggunakan bahan baku tersebut, produksi kaca/gelas pada umumnya menambahkan kaca/gelas daur ulang (cullet) kedalam umpan proses. Proporsi cullet dalam umpan proses produksi umumnya cukup tinggi yaitu hingga sekitar 40%. Perhitungan emisi CO₂ dihitung menggunakan persamaan (4). Contoh perhitungannya sebagai berikut :

PT Kedawung :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{total produksi (ton/tahun)} \times \text{FE (ton CO}_2\text{/ton glass)} \times \text{Fraksi} \\ &= 14400 \text{ ton} \times 0,2 \times 0,5 \times 10^{-6} \\ &= 1,44 \text{ Gg CO}_2\text{/taun} \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan emisi CO₂ dari sektor IPPU :

Tabel 5.8 Emisi CO₂ dari Sektor IPPU

No	Nama Perusahaan	Produksi	Total produksi (ton/tahun)	FE (ton CO ₂ /ton glass)	Fraksi	Emisi CO ₂ (Gg CO ₂ /tahun)
1	PT Kedawung	Cullet	14.400	0,2	0,5	1,44
2	PT Platinum Ceramics Industry	Keramik	7.449.600	0,2	0,5	744,96
3	PT Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim	Conveyor belt dan rubber article	983	13		12.779
Total						13.525,4

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan didapatkan emisi dari sektor IPPU sebesar 13.525,4 Gg CO₂/tahun

5.3 Sektor Energi

5.3.1 Emisi dari Penggunaan Listrik

Subbab ini mengestimasi emisi GRK dari penggunaan listrik berdasarkan jenis penggunaannya. Listrik di Kota Surabaya digunakan untuk fasilitas umum dan jalan, rumah tangga, kegiatan usaha, industri dan gedung pemerintahan. Tabel di bawah ini merupakan tabel penggunaan listrik berdasarkan jenis penggunaannya di Kota Surabaya pada tahun 2018.

Tabel 5.9 Jumlah Penggunaan Listrik Berdasarkan Jenis Penggunaannya di Kota Surabaya Tahun 2018

No	Golongan Tarif	KWh Jual
1	Fasilitas Umum dan Jalan	104.962.589
2	Rumah Tangga	2.839.653.999
3	Kegiatan Usaha	2.189.047.220
4	Industri	3.255.988.268
5	Gedung Pemerintahan	164.618.948

Sumber : PT PLN, 2018

Dalam penentuan emisi GRK berdasarkan data listrik di atas, metode yang digunakan bukanlah IPCC karena IPCC mendasarkan perhitungan pada jumlah bahan bakar yang digunakan. Sedangkan data yang dimiliki terbatas dan informasi yang dimiliki adalah informasi KWh. Untuk itu, faktor emisi yang digunakan sedikit berbeda

yang kami rangkum dari beberapa sumber. Penjelasan dapat dilihat pada subbab 3.3. Emisi CO₂ yang dihasilkan adalah sebesar 10.119.703 ton CO₂/tahun atau 10.119,703 Gg CO₂/tahun. Contoh perhitungannya sebagai berikut :

Fasilitas umum dan jalan :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{kwh jual} \times \text{faktor emisi} \\ &= 10.4962.589 \text{ kwh/tahun} \times 0,001183 \text{ ton CO}_2/\text{kwh} \\ &= 124.171 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan emisi CO₂ yang dihasilkan dari golongan tarif kWh jual.

Tabel 5.10 Tabel Emisi CO₂ yang dihasilkan dari Golongan Tarif kWh Jual

A	B	C	D	E
No.	Golongan Tarif	kwh Jual (kwh/tahun)	Faktor emisi (ton CO ₂ /kwh)	Emisi (ton CO ₂ /tahun) (C x D)
1	Fasilitas Umum dan Jalan	104.962.589	0,001183	124.171
2	Rumah Tangga	2.839.653.999		3.359.311
3	Kegiatan Usaha	2.189.047.220		2.589.643
4	Industri	3.255.988.268		3.851.834
5	Gedung Pemerintahan	164.618.948		194.744
	Total	8.554.271.024		10.119.703

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi dari konsumsi listrik juga dihitung dari beberapa industri. Emisi dari konsumsi listrik yang dihitung berasal dari PT Yosomulyo Jajag, PT Indofood, PT Sumatraco, dan Pertamina. Tabel berikut ini merupakan hasil perhitungan emisi CO₂ dari konsumsi listrik oleh beberapa industri. Total emisi yang dihasilkan adalah sebesar 247.558,631 ton CO₂/tahun atau sebesar 247,558 Gg CO₂/tahun.

Tabel 5.11 Emisi dari Konsumsi Listrik Industri

No	Perusahaan	Konsumsi Listrik (Kwh/tahun)	FE (ton CO ₂ /tahun)	Emisi (ton CO ₂ /tahun)
1	Yosomulyo Jajag	2.312.311	0,001183	2.735,46
2	Indofood	102.189.188		120.889,81
3	Sumatraco	48.800		57,73
4	Kedawung	19.200.000		22.713,6
5	Pertamina	3.300.200		3.904,14
6	Rolimex	82.212.926		97.257,89
Total				247.558,631

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi yang dihasilkan penggunaan listrik dari golongan tarif kWh jual sebesar 10.119,703 Gg CO₂/tahun. Emisi dari konsumsi listrik industri sebesar 247,558 Gg CO₂/tahun. Sehingga total emisi yang dihasilkan dari konsumsi listrik adalah sebesar 10.367,26 Gg CO₂/tahun.

5.3.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

Untuk sub sektor pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak, diperoleh dari data konsumsi bahan bakar industri dari penggunaan batu bara, gas alam, solar, dan sebagainya. Selain dari kegiatan industri juga berasal dari kegiatan non industri pada penggunaan bahan bakar gas alam, minyak tanah, LPG, dan

sebagainya. Besarnya nilai emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar tergantung dari banyak dan jenis bahan bakar yang dibakar. Persamaan umum yang digunakan dalam perhitungan estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah persamaan (6) dan (7) yang terdapat pada Bab 3. Hasil perhitungan emisi dari sumber tidak bergerak terdapat pada Tabel 5.13-5.16. Hasil perhitungan emisi dari sumber bergerak terdapat pada Tabel 5.17.

Untuk data dari PT PGN dan beberapa perusahaan didapatkan pemakaian gas dari pelanggan dalam bentuk volume (m³) sehingga cara perhitungannya menjadi sedikit berbeda seperti dijelaskan pada Bab 3 persamaan (8). Tabel pemakaian gas dari jenis pelanggan terdapat pada Tabel 5.12 berikut :

Tabel 5.12 Pemakaian Gas dari Pelanggan

No	Jenis pelanggan	Pemakaian gas (m ³)
1	Rumah tangga	7.233.915
2	Pelanggan kecil	672.673
3	Pelanggan komersial	12.932.224
4	Pelanggan industri manufaktur	124.738.391
	Total	145.577.203

Sumber : PT PGN, 2019

Hasil perhitungannya dari data pemakaian gas oleh pelanggan dan beberapa dapat dilihat pada Tabel 5.15. Contoh perhitungannya sebagai berikut :

Rumah tangga :

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= (\text{pemakaian gas} \times \text{nilai kalor bahan bakar}) \times \text{faktor emisi CO}_2 \\
 &= (7233915 \times 0,0000385) \times 64200 \times 10^{-6} \\
 &= 17,88 \text{ Gg CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Beberapa perusahaan ada yang menggunakan satuan MBTU dan MMBTU dalam penggunaan bahan bakar gas sehingga perlu konversi tersendiri untuk menghitung konsumsi bahan bakarnya. Namun dalam perhitungan emisinya tetap menggunakan persamaan 8. Konversi dari satuan MBTU dan MMBTU adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ MBTU} = 1.055.000 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ MMBTU} = 1.055.000.000 \text{ Joule}$$

Konsumsi gas yang memiliki satuan MBTU/MMBTU dikonversi ke satuan Joule kemudian dikonversi menjadi Tera Joule (TJ). Setelah diketahui konsumsi gas dalam satuan TJ kemudian dikalikan dengan faktor emisi sehingga dapat diketahui emisi yang dihasilkan. Faktor emisi dari bahan bakar gas terdapat pada Tabel 3.4. Berikut merupakan perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari beberapa perusahaan yang menggunakan satuan MBTU dan MMBTU ada pada Tabel 5.16.

Selain menggunakan gas sebagai bahan bakar, masih ada perusahaan yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses produksi. Berikut merupakan perhitungan emisi dari batubara :

Tabel 5.13 Emisi dari Penggunaan Batubara

No	Perusahaan	Konsumsi Bahan Bakar	Nilai Kalor	Konsumsi Energi (TJ)	Faktor Emisi (kg/TJ)			Emisi GRK (Gg)		
		ton/tahun	(TJ/liter)		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Sarimas	5475	0,0189	103	98300	10	1,5	10,17184	1,03x10 ⁻³	1,55x10 ⁻⁴
2	Kedawung	960	0,0189	18,144	98300	10	1,5	1,783555	1,81x10 ⁻⁴	2,72x10 ⁻⁵
3	Karet Ngagel	360	0,0189	6,804	98300	10	1,5	0,668833	6,80x10 ⁻⁵	1,02x10 ⁻⁵
Total								12,62423	0,001284	0,000193

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi yang dihasilkan dari batubara sebesar 12,62 Gg CO₂/tahun, 0,0012 Gg CH₄/tahun dan 0,00019 Gg N₂O/tahun.

5.3.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

Emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi GRK pada kegiatan transportasi. Kegiatan transportasi tersebut meliputi transportasi melalui darat (jalan raya, kereta api), transportasi melalui air (sungai dan laut) dan transportasi melalui udara (pesawat terbang). Selain itu, emisi GRK pada sumber bergerak juga dihasilkan dari alat berat yang digunakan dalam industri. Hasil emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sektor transportasi ini berupa CO₂, CH₄ dan N₂O. Perhitungan emisi GRK pada sumber bergerak menggunakan persamaan (8) yang telah dijelaskan pada Bab 3. Sebelum digunakan pada persamaan (8), data konsumsi energi harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan menggunakan persamaan (7). Tabel 5.17 berikut merupakan hasil perhitungan emisi GRK dari sumber bergerak. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

PT Yosomulyo Jajag

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= ((\text{Konsumsi bahan bakar (liter)} \times \text{nilai kalor bahan bakar (TJ/liter)}) \times \\
 &\quad \text{faktor emisi CO}_2 \text{ (kg/TJ)}) \\
 &= (182567 \text{ liter} \times 0,000036 \text{ TJ/liter}) \times 74100 \text{ ton/TJ} \times 10^{-3} \\
 &= 487,01 \text{ Gg CO}_2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Perhitungan Emisi Bahan Bakar (Cair) Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Bahan Bakar	Kegunaan	Total Bahan Bakar (liter)	Nilai Kalor (TJ/liter)	Konsumsi Energi (TJ)	Faktor Emisi (kg/TJ)			Emisi GRK (Gg)		
							CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Yosomulyo Jajag	Solar	Produksi	37.096,4	0,000036	1,335	74100	3	0,6	0,099	4,01x10 ⁻⁶	8,01x10 ⁻⁷
2	Proteina	Solar	Boiler	7.627	0,000036	0,275	74100	3	0,6	0,020346	8,24x10 ⁻⁷	1,65x10 ⁻⁷
3	Indofood	Solar	Boiler	109.966	0,000036	3,958776	74100	3	0,6	0,293345	1.19x10 ⁻⁵	2.38x10 ⁻⁶
4	Kedawung	Solar		285.600	0,000036	10,2816	74100	3	0,6	0,761866	3,08x10 ⁻⁵	6,16x10 ⁻⁶
Total										1,174516	4,76x10 ⁻⁵	9,51x10 ⁻⁶

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi bahan bakar (cair) sumber tidak bergerak dari beberapa perusahaan didapatkan hasil emisi CO₂ sebesar 1,17 Gg CO₂/tahun. Emisi CH₄ sebesar 4,76x10⁻⁵ Gg CH₄/tahun dan emisi N₂O sebesar 9,51x10⁻⁶ Gg N₂O/tahun.

Tabel 5.15 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Gas (m³) Sumber Tidak Bergerak

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut :

No	Jenis pelanggan	Pemakaian gas (m ³)	nilai kalor bahan bakar (TJ/Nm ³)	pemakaian gas (TJ)	FE NGL (kg CO ₂ /TJ)			Emisi (Gg GRK/tahun)		
					CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Rumah tangga	7.233.915	38,5	278.505.727,5	64.200	10	0,6	17.880.068	2.785,057	167,1034
2	Pelanggan kecil	672.673		25.897.910,5	64.200	10	0,6	1.662.645,9	258,9791	15,53875
3	Pelanggan komersial	12932.224		497.890.624	64.200	10	0,6	31.964.578	4.978,906	298,7344
4	Pelanggan industri manufaktur	124.738.391		4.802.428.054	64.200	3	0,6	308.315.881	14.407,28	2.881,457
5	PT Central Proteina Prima-Surabaya	782.721		30.134.759	64.200	3	0,6	1.934.651	301,3476	18,080
6	Kedawung	12.060.000		464.310.000	64.200	3	0,6	29.808.702	1.393	279
Total								391.566.525	3.037.299	21.721,41

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi bahan bakar gas (m^3) sumber tidak bergerak dari beberapa perusahaan didapatkan hasil emisi CO_2 sebesar 391.566.525 Gg CO_2 /tahun. Emisi CH_4 sebesar 3.037.299 Gg CH_4 /tahun dan emisi N_2O sebesar 21721,41 Gg N_2O /tahun.

Tabel 5.16 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Gas (MBTU/MMBTU) Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar	Satuan	Konsumsi (joule)	Konsumsi (TJ)	Emisi (Gg GRK/tahun)		
							CO_2	CH_4	N_2O
1	Indofood	CGN	21.222	MMBTU	$2,23892 \times 10^{13}$	22,38921	1,437	$6,72 \times 10^{-5}$	$1,34 \times 10^{-5}$
2	Sarimas	Gas	17.400	MMBTU	$1,8357 \times 10^{13}$	18,357	1,178	$5,51 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$
3	Sumatraco	CNE	368.213,3	MBTU	$3,88465 \times 10^{11}$	0,388	0,024	$1,17 \times 10^{-6}$	$2,33 \times 10^{-7}$
4	Platinum	Gas	1.337.733,65	MMBTU	$1,41131 \times 10^{15}$	1411,309	90,606	0,00423	0,00084679
Total						41,134	93,246	0,00435	0,000871

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi bahan bakar gas (MBTU/MMBTU) sumber tidak bergerak dari beberapa perusahaan didapatkan hasil emisi CO_2 sebesar 93,24 Gg CO_2 /tahun. Emisi CH_4 sebesar 0,00435 Gg CH_4 /tahun dan emisi N_2O sebesar 0,00087 Gg N_2O /tahun.

Total emisi yang dihasilkan dari sumber tidak bergerak adalah sebesar 1.103,52 Gg CO_2 /tahun, 162 Gg CH_4 /tahun, dan 22 Gg N_2O /tahun. Emisi dari CH_4 dikalikan dengan faktor konversi CO_2 yaitu 25 sehingga emisi yang dihasilkan sebesar 4.050,74 Gg CO_2 /tahun. Emisi N_2O dikalikan faktor konversi CO_2 yaitu 0,1 sehingga emisi yang dihasilkan sebanyak 2,16 Gg CO_2 /tahun. Jadi total emisi dari sumber tidak bergerak sebesar 5.156,42 Gg CO_2 /tahun.

Tabel 5.17 Emisi Bahan Bakar Sumber Tidak Bergerak

Total Emisi		Satuan	Nilai Konversi	Total Emisi (Gg CO_2 /tahun)
CO_2	1.103,52	Gg CO_2 /tahun		1.103,52
CH_4	162	Gg CH_4 /tahun	25	4.050,74
N_2O	22	Gg N_2O /tahun	0,1	2,16
Total				5.156,42

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Tabel 5.18 Perhitungan Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak

No.	Nama Perusahaan	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar (liter)	Nilai kalor (TJ/liter)	Konsumsi Energi (TJ)	Emisi (Gg/tahun)		
						CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.	Proteina	Solar	29.055	0,000036	1,04598	77,50	0,004	0,004
2.	Yosomulyo Jajag	Solar	182.567		6,572412	487,01	0,025	0,025
3.	Indofood	Solar	122.022		4,392792	325,50	0,017	0,017
4.	Sarimas	Solar	36.000		1,296	96,03	0,005	0,005
5.	Platinum	Solar	503.391		18,122076	1342,84	0,070	0,070
6.	Pertamina (Distribusi BBM)	Premium	150.475.564.704,88	0,000033	24.633.735,09	1.707.117,84	615,84	-
		Dual Purpose Kero	36.667.588,93	0,000036	6.548,40	470,83	0,03	0,03
		M. Solar	207.982.665.387,42	0,000036	37.143.257,18	2.752.315,36	144,86	144,86
		Bio Solar	114.261.374.813,71	0,000036	20.405.737,29	1.512.065,13	79,58	79,58
		Minyak Diesel	660.886.650,52	0,000038	124.583,61	9.231,65	0,49	0,49
		Minyak Bakar	47.509.579.438,75	0,000038	8.956.021,50	663.641,19	34,93	34,93
		Pertamax	102.865.728.508,87	0,000033	16.839.724,85	1.166.992,93	420,99	-
		Pertamax Turbo	9.084.653.935,43	0,000033	1.487.211,29	103.063,74	37,18	-
		Pertalite	271.562.084.664,48	0,000033	44.456.310,68	3.080.822,33	1.111,41	-
		Dexlite	6.417.499.972,88	0,000036	1.146.090,00	84.925,27	4,47	4,47
		Pertamina Dex	7.205.075.066,25	0,000036	1.286.741,64	95.347,56	5,02	5,02
7.	Pertamina	Solar	-	0,000036	-	-	-	-
		Pertamax	1.000.000	0,000033	33,00	2,29	0,00	-
		Pertamina Dex	4.600.000	0,000036	165,60	12,27	0,0006	0,0006
		Premium	1.000.000	0,000033	33,00	2,29	0,00	-
	Rolimex	Solar	6.703	0,000036	0,24	17,88	0,00094	0,00094

No.	Nama Perusahaan	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar (liter)	Nilai kalor (TJ/liter)	Konsumsi Energi (TJ)	Emisi (Gg/tahun)		
						CO ₂	CH ₄	N ₂ O
8.								
Total						2.255.231,95	494,96	54,42

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Emisi bahan bakar dari sumber bergerak dihasilkan dari kendaraan yang digunakan oleh industri seperti forklift dan transportasi. Dari hasil perhitungan didapatkan emisi CO₂ sebesar 2.255.231,95 Gg CO₂/tahun. Emisi CH₄ sebesar 494,96 Gg CH₄/tahun dan emisi N₂O sebesar 54,42 Gg N₂O/tahun. Emisi dari CH₄ dikalikan dengan faktor konversi CO₂ yaitu 25 sehingga emisi yang dihasilkan sebesar 12.374,12 Gg CO₂/tahun. Emisi N₂O dikalikan faktor konversi CO₂ yaitu 0,1 sehingga emisi yang dihasilkan sebanyak 5,44 Gg CO₂/tahun. Jadi total emisi yang dihasilkan dari sumber bergerak sebesar 2.272.762 Gg CO₂/tahun.

Tabel 5.19 Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak

Total Emisi		Satuan	Nilai Konversi	Total Emisi (Gg CO ₂ /tahun)
CO ₂	2.255.231,95	Gg CO ₂ /tahun		2.255.231,95
CH ₄	494,96	Gg CH ₄ /tahun	25	12.374,12
N ₂ O	54,42	Gg N ₂ O/tahun	0,1	5,44
Total				2.272.762

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil emisi dari sumber tidak bergerak sebesar 5.156,42 Gg CO₂/tahun. Emisi dari sumber bergerak sebesar 2.272.762 Gg CO₂/tahun dan emisi yang dihasilkan dari penggunaan listrik sebesar 10.367,26 Gg CO₂/tahun. Sehingga total emisi yang dihasilkan dari sektor energi sebesar 2.283.184,18 Gg CO₂/tahun.

5.4 Sektor AFOLU

5.4.1 Sub Sektor Peternakan

1. Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah gas metana yang dihasilkan oleh hewan memamah biak (herbivora) sebagai hasil samping dari suatu proses dimana karbohidrat dari hasil pencernaan dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme untuk diserap ke dalam aliran darah. Emisi metana dari fermentasi enterik dihitung menggunakan persamaan (11) pada Bab 3. Berikut merupakan hasil dari perhitungan potensi gas metana yang dihasilkan oleh Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Surabaya. Potensi gas metana yang dihasilkan sebesar 2,62 GgCH₄/tahun. Untuk menghitung emisi dalam bentuk Gg CO₂/tahun maka jumlah tersebut perlu dikalikan 25 sebagai faktor konversi. Sehingga emisi dari fermentasi enterik sebesar 65,5 Gg CO₂/tahun. Contoh perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Emisi metana sapi} &= \text{jumlah hewan yang dipotong (ekor)} \times \text{faktor emisi} \\ &\quad (\text{kg/ekor}) \\ &= 52872 \text{ ekor} \times 47 \text{ kg/ekor/tahun} \\ &= 2,48 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun} \end{aligned}$$

Tabel 5.20 Potensi Gas Metana di RPH Kota Surabaya

No.	Hewan ternak	Jumlah hewan yang dipotong (ekor)	Faktor emisi (kg/ekor/tahun)	Potensi gas metana (GgCH ₄ /tahun)
1.	Sapi	52.872	47	2,48
2.	Babi	43.582	1	0,04
3.	Kambing	17.644	5	0,09
	Total			2,62

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

2. Pengelolaan Ternak

Data populasi ternak dari Dinas Pertanian Kota Surabaya diolah menggunakan rumus pengelolaan kotoran ternak. Hal ini disebabkan karena di wilayah-wilayah tertentu di Kota Surabaya masih ditemukan beberapa pemeliharaan hewan ternak sehingga potensi gas metana ini dapat dihitung dari pengelolaan kotoran hewan ternak yang dihasilkan. Pada perhitungan ini, digunakan data jumlah ekor hewan ternak pada tahun 2017 yang didapatkan pada Surabaya dalam Angka 2018. Diasumsikan tidak ada perubahan jumlah hewan ternak secara signifikan. Potensi emisi gas metana dihitung menggunakan Persamaan (13) pada bab 3. Tabel di bawah merupakan hasil perhitungan potensi emisi gas metana yang dihasilkan. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil potensi gas metana sebesar 0.016 Gg CH₄/tahun. Untuk menghitung emisi dalam bentuk Gg CO₂/tahun maka jumlah tersebut perlu dikalikan 25 sebagai faktor konversi. Sehingga emisi dari pengelolaan ternak sebesar 0,4 Gg CO₂/tahun.

Tabel 5.21 Potensi Gas Metana dari Pengelolaan Ternak

No	Jenis hewan	Jumlah hewan (ekor)	Faktor emisi	Potensi Gas Metana (Gg CH ₄ /tahun)
1	sapi	129	1	0,000129
2	sapi perah	513	31	0,015903
3	kerbau	22	2	0,000044
4	kuda	5	2,19	0,00001095
5	kambing	1.020	0,22	0,0002244
6	domba	52	0,2	0,0000104
7	itik/duck	2.028	0,02	0,00004056
8	ayam	20.249	0,02	0,00040498
	Total			0,01676729

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

5.4.2 Sektor Pertanian

1. Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Budidaya Tanaman Padi

Tadah hujan

- Luas panen padi sawah dalam setahun (A) = 1190 ha
- Lama budidaya padi dalam 1 tahun (t) = 200 hari
- EF padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik (EF_c) = 1,30 kg/ha/hari
- Faktor skala lahan sawah irigasi intermitten (SF_w) = 0,49
- Faktor skala rejim air sebelum periode budidaya (SF_p) tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman < 30 hari
- Jumlah pupuk kandang yang digunakan (ROA) = 2 ton/ha
- Faktor skala untuk jenis tanah oksisols (SF_s) = 0,29
- Faktor skala varietas padi Ciherang (SF_r) = 0,57

Tahapan Perhitungan :

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang (SF_o)
 $= 1 + (2 \text{ ton/ha} \times 0,14)^{0,59}$
 $= 1,5$
- Menghitung faktor emisi harian
 $= \text{EF}_c \times \text{SF}_w \times \text{SF}_o \times \text{SF}_s \times \text{SF}_r$
 $= 0,15 \text{ kg CH}_4/\text{ha/hari}$
- Menghitung emisi metan dari lahan sawah
 $= \text{EF} \times t \times A \times 10^{-6}$
 $= 0,15 \text{ kg CH}_4/\text{ha/hari} \times 200 \text{ hari} \times 1190 \text{ ha} \times 10^{-6}$
 $= 0,036 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun}$
 $= 0,036 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun} \times 25$
 $= 0,9 \text{ Gg CO}_2/\text{tahun}$

Irigasi

- Luas panen padi sawah dalam setahun (A) = 32 ha
- Lama budidaya padi dalam 1 tahun (t) = 200 hari
- EF padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik (EF_c) = 1,30 kg/ha/hari

- Faktor skala lahan sawah irigasi intermitten (SFw) = 0,46
- Faktor skala rejim air sebelum periode budidaya (SFp) tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman < 30 hari
- Jumlah pupuk kandang yang digunakan (ROA) = 2 ton/ha
- Faktor skala untuk jenis tanah oksisols (SFs) = 0,29
- Faktor skala varietas padi Ciherang (SFr) = 0,57

Tahapan Perhitungan :

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang (SFo)

$$= 1+(2 \text{ ton/ha} \times 0,14)^{0,59}$$

$$= 1,5$$
- Menghitung faktor emisi harian

$$= \text{EFc} \times \text{SFw} \times \text{SFo} \times \text{SFs} \times \text{SFr}$$

$$= 0,14 \text{ kg CH}_4/\text{ha/hari}$$
- Menghitung emisi metan dari lahan sawah

$$= \text{EF} \times t \times A \times 10^{-6}$$

$$= 0,14 \text{ kg CH}_4/\text{ha/hari} \times 200 \text{ hari} \times 32 \text{ ha} \times 10^{-6}$$

$$= 0,00091 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun}$$

$$= 0,00091 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun} \times 25$$

$$= 0,02275 \text{ Gg CO}_2/\text{tahun}$$

2. Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO₂ yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH₂)₂) diubah menjadi amonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO₂ dan air. Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO₂ dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Jumlah konsumsi dan jenis pupuk dijelaskan pada tabel di bawah ini. Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea dihitung dengan persamaan 16 pada Bab 3.

Tabel 5.22 Konsumsi dan Jenis Pupuk

No	Jenis Pupuk	Konsumsi (ton)
1	UREA	1.103
2	ZA	122
3	SP-36	58
4	NPK	170
5	ORGANIK	10

Sumber : Dinas Pertanian Kota Surabaya, 2019

Dari hasil perhitungan didapatkan emisi CO₂ dari pupuk urea adalah sebesar 220,6 ton CO₂/tahun atau 0,2206 Gg CO₂/tahun. Cara perhitungannya sebagai berikut :

Emisi metana = konsumsi urea (ton) x faktor emisi.

$$\text{Emisi metana} = 1.103 \text{ ton} \times 0,2 \times 10^{-3}$$

$$= 0,2206.$$

Sehingga besarnya emisi GRK dari sektor AFOLU sebesar 66,24 Gg CO₂/tahun

5.5 Nilai Total Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Surabaya

Setelah dilakukan perhitungan emisi GRK terhadap keempat sumber penghasil emisi, maka hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 5.23 Total Emisi GRK Kota Surabaya Tahun 2019

No	Sektor	Emisi Tahun 2016	Emisi Tahun 2019	Peningkatan Emisi (%)	Persentase Emisi Tahun 2019 (%)
		(Gg CO ₂ /tahun)	(Gg CO ₂ /tahun)		
1	Limbah				
	Limbah padat	723,6	1.738,87		
	Limbah cair	35,18	34,55		
	Total Sektor Limbah	758,78	1.773,41	134	0,08
2	IPPU	5.537,32	13.525,4	144	0,59
3	Energi				
	Penggunaan listrik	-	10.367,26		
	Sumber Tidak Bergerak	1.575,76	5.156		
	Sumber Bergerak	9.815,91	2.267.661		
	Total Sektor Energi	11.391,67	2.283.184,18	19.943	99,33
4	AFOLU				
	Peternakan	4,298	66		
	Pertanian	1,430	0,243		
	Total Sektor AFOLU	6	74,72	1.204,361	0,003
	Total Semua Sektor	17.693	2.298.557,72	12.891	100

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Tabel 5.21 menunjukkan bahwa porsi emisi paling besar adalah dari sektor energi yaitu 99,33 %, disusul sektor IPPU sebesar 0,59%, sektor limbah sebanyak 0,08% dan sektor AFOLU 0,003%.

BAB 6

REKOMENDASI UPAYA PENURUNAN GRK

Dalam upaya menurunkan GRK maka perlu identifikasi sumber emisi dan potensi penurunan emisinya. Dalam subbab ini, acuan yang digunakan dalam merekomendasikan upaya penurunan GRK adalah item-item yang terkandung dalam RAN dan RAD Penurunan Emisi GRK.

6.1 Sektor Limbah

Emisi yang dihitung adalah yang berasal dari limbah padat dan limbah cair yang didapat dari informasi jumlah penduduk. Upaya penurunan GRK harus dilakukan secara bersama-sama melalui kerja sama yang baik dari semua stakeholder seperti pemerintah kota hingga Rumah Tangga, industri, maupun individu. Kegiatannya mulai dari tahap inventarisasi, perencanaan hingga implementasi, meliputi tapi tidak terbatas pada:

1. Studi internal inventarisasi GRK sektor limbah padat dan limbah cair setiap tahun. Fungsinya untuk menentukan laju pertumbuhan emisi GRK yang kemudian dijadikan sebagai baseline laju peningkatan emisi. Upaya penurunan GRK dianggap berhasil jika dapat mereduksi laju peningkatan emisi. Kegiatan ini dapat diinisiasi dan dilakukan oleh Pemerintah Kota Surabaya, dapat pula bekerja sama dengan lembaga lain.
2. Penyusunan norma, standar, prosedur pengelolaan sampah yang dijalankan menurut sistem manajemen yang baik pada TPA maupun TPS
3. Peningkatan kapasitas pengelolaan sampah
4. Pemanfaatan metana recovery untuk energi yang dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi terkini
5. Peningkatan pemanfaatan sampah yang memungkinkan untuk dijadikan kompos, arang atau briket
6. Endpoint: pengelolaan sampah yang lebih baik dengan prinsip Reduce, Reuse, dan Recycle (3R)

6.2 Sektor IPPU

Emisi yang dihitung adalah yang berasal dari proses produksi industri. Strategi teknis yang efektif untuk menurunkan GRK sangat bergantung pada perusahaan terkait karena perusahaan tersebut yang lebih mengetahui teknologi terkini yang lebih ramah lingkungan terkait proses produksi produknya masing-masing. Namun demikian, upaya penurunan GRK secara umum meliputi tapi tidak terbatas pada:

1. Inventarisasi emisi di sektor IPPU dengan data yang lebih lengkap, termasuk di dalamnya adalah jenis-jenis industri di Surabaya, sehingga Pemkot Surabaya memiliki peta emisi yang dapat menjabarkan sektor industri, atau bahkan industri mana saja yang memiliki kontribusi besar dalam mengeluarkan emisi GRK.

2. Perlu ada terobosan kebijakan teknis untuk mengurangi emisi CO₂. Sebagai contoh, DLH Surabaya menyelenggarakan penyuluhan dan workshop spesifik terkait industri tertentu mengenai dampak perubahan iklim, dan strategi adaptasi mitigasinya. Kegiatan tersebut dapat menjadi titik awal munculnya kepedulian industri untuk semakin penasaran dan termotivasi mewujudkan dan mengimplementasikan proses produksi yang lebih ramah lingkungan. Pada dasarnya, secara jangka panjang, proses produksi yang menggunakan asas pencegahan pencemaran memiliki keuntungan finansial. Ini yang perlu ditanamkan agar industri semakin tertarik menanamkan modal guna memodifikasi proses produksinya untuk menurunkan emisi GRK.
3. Peningkatan kapasitas aparat pemerintah dan pelaku industri dalam kegiatan mitigasi terdapat dampak perubahan iklim untuk pelaku usaha
4. Tersusunnya sistem database dan inventori strategi pengurangan emisi CO₂ di berbagai sektor industri di Surabaya. Atau dengan kata lain, tersusunnya Road Map pengurangan emisi CO₂ pada sektor-sektor industri di Surabaya. Untuk itu, DLH Surabaya menjalin komunikasi dengan industri-industri terkait mengenai upaya apa saja yang telah mereka lakukan. Tujuannya adalah tidak hanya database, namun agar DLH Surabaya memiliki informasi lengkap dimana letak atau posisi dimana DLH Surabaya bisa membantu, baik dalam hal penyuluhan maupun pendampingan, ataupun pendampingan tenaga ahli di bidang industri tertentu.
5. Terlaksananya pemantauan dan evaluasi program mitigasi untuk berbagai macam industri di Surabaya
6. Terlaksananya manajemen energi dan terciptanya auditor energi pada sektor-sektor industri di Surabaya (ISO 50001)

6.3 Sektor Energi

Emisi yang dihitung adalah yang berasal terutama dari proses pembakaran bahan bakar baik dari sumber bergerak maupun dari sumber tidak bergerak. Upaya penurunan energi diutamakan pada modifikasi proses baik pada sumber bergerak maupun sumber tidak bergerak agar dapat melakukan proses dengan menggunakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Jadi titik beratnya adalah upaya optimasi atau upaya mengganti bahan bakar dengan bahan bakar yang nilai emisinya lebih rendah, dan itu berlaku untuk semua sumber: bergerak (kendaraan) dan tidak bergerak (industri). Namun demikian, permasalahan bahan bakar dari sumber kendaraan cukup rumit karena sifatnya nasional dan melibatkan banyak kepentingan, terutama industri. Salah satu poin utama yang dapat dilakukan oleh pemerintah setempat, dalam hal ini Pemerintah Kota Surabaya adalah pemanfaatan zona khusus dimana kendaraan harus diuji emisi dulu sebelum melewati zona tersebut. Hanya kendaraan lulus uji emisi yang dapat melintasi zona tersebut. Uji emisi bisa dilakukan *onsite*, atau *offsite* dimana kendaraan bisa menunjukkan sertifikat lulus uji emisi kepada petugas zona tersebut.

Rekomendasi kedua adalah terkait dengan penggunaan energi listrik pada industri di Surabaya. Optimasi energi adalah hal yang cukup krusial untuk mengurangi emisi, salah satu jalannya adalah melalui sistem manajemen energi, ISO 50001. Pemerintah Kota Surabaya bisa berkoordinasi atau menghimbau kepada industri untuk menerapkan ISO 50001, minimal agar

mereka diaudit energi. Tujuan akhirnya tidak hanya penurunan emisi namun juga efisiensi perusahaan yang berujung pada keuntungan secara finansial pada jangka panjang. Sosialisasi kegiatan ini bisa melalui berbagai macam komunikasi baik resmi maupun tidak resmi (personal). Komunikasi resmi dapat melalui kegiatan sosialisasi, atau workshop dengan mengundang bantuan dari tenaga ahli energi.

6.4 Sektor AFOLU

Emisi yang dihitung adalah yang berasal dari proses peternakan, pertanian dan/atau kegiatan tata guna lahan lainnya. Namun demikian, upaya penurunan GRK secara umum meliputi tapi tidak terbatas pada:

1. Pengumpulan data hidrologi maupun geologi pada lahan yang diupdate secara berkala, sebagai contoh, persentase lahan sawah irigasi, lahan mangrove
2. Evaluasi dan pemantauan pelaksanaan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya
3. Audit tata ruang
4. Pemanfaatan metana yang ditimbulkan dari kegiatan peternakan (termasuk di dalamnya RPH), namun demikian kegiatan ini perlu kajian terlebih dahulu.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari laporan ini adalah:

1. Berdasarkan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya di 2019 emisi yang dihasilkan sebesar 2.298.557,72 Gg CO₂e.
2. Bila penurunan emisi sebesar 26% pada tahun 2020 maka emisi yang diturunkan sebesar 597.625,006 Gg CO₂e
3. Emisi GRK yang paling besar adalah dari sektor energi sebesar 99,33 % (2.283.184,18 Gg CO₂e), disusul dari sektor IPPU sebesar 0,59 % (13.525,4 Gg CO₂e), sektor limbah 0,08% (1.773,41 Gg CO₂e), dan sektor AFOLU 0,03% (74,72 Gg CO₂e).

7.2 Saran

Terlepas dari rekomendasi upaya penurunan GRK yang tercantum dalam laporan ini, perlu adanya upaya perbaikan demi hasil yang lebih akurat. Perbaikan utama yang harus dilakukan adalah menambah jumlah industri yang dapat diidentifikasi sumber GRK nya. Semakin banyak industri yang berperan memberikan datanya, maka semakin akurat informasi emisi GRK yang dikeluarkan.

Hal kedua adalah mengingat tidak mudah memperoleh data dari industri karena: 1) kurang respon dari sumber data, 2) penolakan karena satu dan lain hal, maka perlu upaya intensif follow up yang dilakukan agar data yang dapat diolah lebih banyak.

Hal ketiga, yang juga penting adalah pelaksanaan inventarisasi emisi yang dilakukan setiap tahun demi memenuhi amanat Undang-undang dan juga mengetahui pertumbuhan emisi setiap tahun, sehingga bisa dirumuskan langkah-langkah strategis yang efektif untuk mulai melakukan sosialisasi kebijakan adaptasi dan yang paling penting adalah mitigasi untuk menurunkan laju pertumbuhan emisi GRK.

DAFTAR PUSTAKA

1. https://www.epa.gov/sites/production/files/201802/documents/eGRID2016_summarytables.pdf
2. Jawjit, W., Kroeze, C., Jawjit, S., 2010. Quantification of Greenhouse Gas Emissions from Primary Rubber Industries in Thailand. Greening of Industry Network(Gin) 2010: Climate Change and Green Growth: Innovating for Sustainability. Url: https://gin.confex.com/gin/2010/webprogram/Manuscript/Paper3174/3174_Warit%20Jawjit.pdf. Diakses pada: 4 Juni 2019
3. Panjaitan, S.I. 2012. Analisis Perhitungan Daya yang Dihasilkan dari Kotoran Sapi yang Diolah menjadi Biogas di Daerah Pinggiran Kota Batam. Universitas Maritim Raja Ali Haji Batam

Laporan kajian ini berisi analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan rekomendasi mengenai emisi gas rumah kaca di Kota Surabaya tahun 2019. Laporan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk semua pihak. Saran dan kritik pada laporan ini diharapkan dapat membantu penyusunan laporan selanjutnya. Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya Tahun 2019.



PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS LINGKUNGAN HIDUP

JALAN JIMERTO 25-27 (60272) – JAWA TIMUR

(031) 5312144

<http://lh.surabaya.go.id>