KAJIAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA (GRK) KOTA SURABAYA TAHUN 2022

PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS LINGKUNGAN HIDUP

TIM PENYUSUN

Penyusun:

Pemerintah Kota Surabaya

Dinas Lingkungan Hidup

Dr. Eng. Arie Dipareza, S. T., MEPM

Editor:

Agus Hebi Djuniantoro, S.T, M.T

Andhini Kusumawardani, S.T.

Dina Novira, ST, MT

Desi Mustiyorini, A.Md.Kes.Ling

M. Safii

Yudistira Larung Tino, S.Kom

Dwi Rahayu Setiyawati, S.Si

Dionysius H.K, S.PWK

Mia Ulfa Januandari, S.T

Pangki Andi Candra, S.E

Amita Richtiar, S.Kom

R. Cipta Anugerah P, S.T

Dr. Eng Arie Dipareza, S.T., MEPM

Aghnia Putri Anshari, S.T

Alvian Phyrismanda Prasetyo, S.T

Desain Sampul dan Tata Letak:

Dr. Eng. Arie Dipareza, S. T., MEPM

Aghnia Putri Anshari, S.T

Penerbit:

Pemerintah Kota Surabaya

Dinas Lingkungan Hidup

Jalan Menur No. 31 Surabaya 60285

Telepon (031) 5967387

Cetakan Pertama, November 2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Laporan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya Tahun 2022 di Surabaya ini dapat diselesaikan.

Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) disusun dengan tujuan untuk mengetahui perhitungan Inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) di Kota Surabaya yang terdiri dari Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya *(Agriculture, Forestry and Land Use/AFOLU)*, Sektor Energi, Sektor Limbah, serta Sektor Proses Industri dan Penggunaan Produk *(Industrial Process and Product Usage/IPPU)* dalam skala Kota Surabaya. Perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Tier* 1. *Tier* 1 merupakan metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar dan faktor emisi *default* dari IPCC. Hasil dari perhitungan ini yaitu total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari keempat sektor di atas. Hasil ini menjadi salah satu landasan bagi Pemerintah Kota Surabaya dalam menentukan kebijakan dan rencana aksi daerah dalam upayanya menjaga kualitas udara, utamanya dalam menurunkan emisi gas rumah kaca.

Laporan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya Tahun 2022 ini berisi pendahuluan, tinjauan kebijakan, metodologi, gambaran umum, analisis dan pembahasan, rekomendasi upaya pengurangan GRK, serta kesimpulan dan saran. Selain itu, hasil perhitungan juga tercantum dalam laporan ini dimana data yang diolah merupakan data primer dan sekunder yang di dapat dari berbagai pihak baik dari perangkat daerah maupun industri/swasta.

Ucapan terima kasih kami sampaikan atas bantuan dari semua pihak dalam penyusunan Laporan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya Tahun 2022 ini mulai dari pelaksanaan pengumpulan, perhitungan data, dan informasi hingga penyusunan kajian ini. Kritik dan saran kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini dan semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Surabaya, November 2022
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Kota Surabaya,

Agus Hebi Djuniantoro, S.T., M.T

DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN 2

KATA PENGANTAR 3

DAFTAR ISI 4

DAFTAR TABEL 8

DAFTAR GRAFIK 11

BAB 1 PENDAHULUAN 13

1.1 Latar Belakang 13

1.2 Tujuan dan Sasaran 15

1.3 Dasar Hukum 15

1.4 Ruang Lingkup 16

1.5 Sistematika Penulisan 17

1.6 Jadwal Pelaksanaan 21

BAB 2 TINJAUAN KEBIJAKAN 22

2.1 Undang-undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pasal 63 ayat (3) 23

2.2 Penelitian Faktor Rumah Tangga yang Mempengaruhi Emisi CO_2 di Kelurahan Jodipan, Kota Malang 23

2.3 Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca 23

2.4 Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional 24

2.5 Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur 25

2.6 Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement on Climate Change* 27

2.7 Rencana Aksi Nasional dan Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca 28

2.8 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi 33

2.9 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional 33
2.10 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja 34
2.11Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup 34
2.12 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 19 Tahun 2014 tentang Perlindungan Pohon 35
2.13 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya 35
2.14 Peraturan Walikota Surabaya Nomor 67 Tahun 2018 tentang Kontribusi Sampah dalam Penggunaan Layanan Bus Surabaya 36
BAB 3 METODOLOGI 39
3.1 Sektor Energi 41
3.1.1 Penggunaan Energi Listrik 41
3.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak 42
3.1.2.1 Perhitungan Emisi dari Bahan Bakar Berdasarkan Nilai Kalor 42
3.1.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak 44
3.2 Sektor Limbah 46
3.2.1 Sektor Limbah Padat 46
3.2.2 Sektor Limbah Cair 47
3.3 Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Other Land Use*) 48
3.1.1 Sub Sektor Peternakan 48
3.3.1.1 Fermentasi Enterik 48
3.3.1.2 Pengelolaan Ternak 49
3.3.2 Sub Sektor Pertanian 50
3.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Lahan Pertanian 50
3.2.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea 51
3.4 Sektor IPPU (*Industrial Process and Product Uses*) 51
3.4.1 Industri Produsen Keramik 52

3.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article* 53
3.4.3 Industri Produsen *Plate* Baja 53
BAB 4 GAMBARAN UMUM 56
4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya 56
4.2 Sektor-Sektor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya 56
4.2.1 Sektor Energi 56
4.2.2 Sektor Limbah 57
4.2.2.1 Sektor Limbah Padat 57
4.2.2.2 Sektor Limbah Cair 59
4.2.3 Sektor AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Land Use) 60
4.2.4 Sektor IPPU (Industrial Process and Product Uses) 62
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 65
5.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Energi 65
5.1.1 Emisi dari Penggunaan Listrik 65
5.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak 66
5.1.2.1 Bahan Bakar Batu Bara 66
5.1.2.2 Bahan Bakar Kayu Bakar 66
5.1.2.3 Bahan Bakar LPG 67
5.1.2.4 Bahan Bakar Gas 68
5.1.2.5 Bahan Bakar Solar 68
5.1.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak 73
5.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah 78
5.2.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Padat 78
5.2.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Cair 82
5.3 Analisis dan Pembahasan Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Other Land Use*) 88
5.3.1 Sub Sektor Peternakan 88
5.3.1.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Fermentasi Enterik 88
5.3.1.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pengelolaan Ternak 88

5.3.2 Sub Sektor Pertanian 89
5.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Budidaya Tanaman Padi 89
5.3.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea 90
5.4 Analisis dan Pembahasan Sektor IPPU 92
5.4.1 Industri Produsen Keramik 92
5.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article* 93
5.4.3 Industri Produsen *Plate* Baja 93
BAB 6 REKOMENDASI UPAYA PENGENDALIAN GAS RUMAH KACA (GRK) 96
6.1 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Energi 97
6.2 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Limbah 98
6.3 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor AFOLU 98
6.4 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor IPPU 99
6.5 Rencana Aksi Daerah (RAD) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012 100
6.6 Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 102
6.7 Rekomendasi berdasarkan Peraturan Walikota Kota Surabaya Nomor 36 Tahun 2020 tentang Rencana Kerja Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2021 102
6.8 Rekomendasi berdasarkan RP JMN 2020-2024 103
6.9 Penanaman Pohon Sebagai Agen Pereduksi CO_2 103
6.10 Lahan Mangrove sebagai Simpanan Karbon 104
6.11 Klasifikasi Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti dan Kegiatan Pendukung 106
6.11.1 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti 106
6.11.2 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Pendukung 112
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN 115
7.1 Kesimpulan 115
7.2 Saran 116
DAFTAR PUSTAKA 119
..... 122

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase Emisi GRK Provinsi Jawa Timur Tahun 2010-2012 14

Tabel 1.2 Persentase Emisi GRK Kota Surabaya 15

Tabel 1.3 Jadwal Pelaksanaan Penyusunan Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2022 21

Tabel 2.1 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pertanian 28

Tabel 2.2 Kegiatan RAN-GRK Bidang Kehutanan dan Lahan Gambut 29

Tabel 2.3 Kegiatan RAN-GRK Bidang Energi dan Transportasi 30

Tabel 2.4 Kegiatan RAN-GRK Bidang Industri 32

Tabel 2.5 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pengelolaan Limbah 33

Tabel 3.1 Sumber data yang digunakan dalam perhitungan emisi gas rumah kaca 40

Tabel 3.2 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia 43

Tabel 3.3 Faktor Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar Sumber Stasioner 44

Tabel 3.4 Faktor Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak 45

Tabel 3.5 Faktor Emisi CO_2 Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor 45

Tabel 3.6 Faktor Emisi CH_4 dan N_2O Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor 45

Tabel 3.7 Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik 49

Tabel 3.8 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Ternak 49

Tabel 3.9 Bahan Baku dan Produk untuk Perhitungan Emisi Sektor IPPU 52

Tabel 3.10 Faktor Emisi CO_2 dari Produksi Karet Primer 53

Tabel 4.1 Data Penggunaan Energi Listrik Tahun 2021 57

Tabel 4.2 Data Konsumsi Bahan Bakar Sumber Tidak Bergerak Tahun 2021 57

Tabel 4.3 Data Konsumsi Bahan Bakar Sumber Bergerak Tahun 2021 57

Tabel 4.4 Komposisi Sampah TPA Benowo Tahun 2021 58

Tabel 4.5 Data Sampah yang Masuk ke TPA Benowo Tahun 2021 58

Tabel 4.6 Data Jumlah Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak di Kota Surabaya Tahun 2021 59

Tabel 4.7 Jumlah Hewan yang Dipotong di Kota Surabaya Tahun 2021 60

Tabel 4.8 Data Populasi Hewan Ternak di Kota Surabaya Tahun 2021 61

Tabel 4.9 Luas Lahan Pertanian Sawah Menurut Sistem Pengairan Kota Surabaya Tahun 2021 61
Tabel 4.10 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk di Kota Surabaya Tahun 2021..... 62
Tabel 4.11 Data Bahan Baku dan Produk untuk Perhitungan Emisi GRK Sektor IPPU .. 63
Tabel 5.1 Emisi dari Penggunaan Listrik..... 65
Tabel 5.2 Emisi dari Penggunaan Batu Bara pada Sumber Tidak Bergerak 70
Tabel 5.3 Emisi dari Penggunaan Kayu Bakar pada Sumber Tidak Bergerak 70
Tabel 5.5 Emisi dari Penggunaan LPG pada Sumber Tidak Bergerak..... 71
Tabel 5.6 Emisi dari Penggunaan Gas pada Sumber Tidak Bergerak 71
Tabel 5.8 Emisi dari Penggunaan Solar pada Sumber Tidak Bergerak..... 72
Tabel 5.11 Emisi dari Penggunaan Bahan Bakar pada Sumber Bergerak 76
Tabel 5.12 Total Emisi Sektor Energi 77
Tabel 5.13 Perbandingan Emisi Sektor Energi Tahun 2021 dan 2022..... 77
Tabel 5.13 Perhitungan DOC 78
Tabel 5.14 Rekap Produksi Listrik Landfill Gas Power Plant TPA Benowo Surabaya Tahun 2021 79
Tabel 5.15 Rekap Gas yang Dikonversi ke Energi Listrik Landfill Gas Power Plant TPA Benowo Surabaya Tahun 2021 79
Tabel 5.16 Perhitungan Nilai *Recovery* CH_4 80
Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Emisi Gas Metana..... 81
Tabel 5.18 Jumlah Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak di Kota Surabaya Tahun 2021 82
Tabel 5.19 Hasil Perhitungan TOW 83
Tabel 5.20 Data Default (IPCC 2006 Guidelines) Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair Perkotaan Untuk Berbagai Kategori Masyarakat 85
Tabel 5.21 Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair di Kota Surabaya 86
Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Emisi GRK dari Limbah Cair Domestik..... 86
Tabel 5.23 Total Emisi CO_2 Sektor Limbah Padat 87
Tabel 5.24 Perbandingan Emisi Sektor Limbah Tahun 2021 dan 2022 87
Tabel 5.25 Potensi Gas Metana dari Fermentasi Enterik..... 88

Tabel 5.26 Potensi Gas Metana dari Pengelolaan Ternak 89
Tabel 5.27 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk 91
Tabel 5.28 Perbandingan Emisi Sektor AFOLU tahun 2021 dengan tahun 2022 92
Tabel 5.29 Hasil Perhitungan Emisi CO_2 dari Sektor IPPU 94
Tabel 5.30 Perbandingan Emisi CO_2 dari Sektor IPPU tahun 2021 dan tahun 2022 94
Tabel 6.1 Jenis-jenis tanaman dan kemampuan daya serap CO_2 103
Tabel 6.2 Luas Mangrove di Kota Surabaya 104
Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Simpanan Karbon Biomassa 105
Tabel 6.4 Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti dan Pelaksana Kegiatan 106
Tabel 6.5 Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Pendukung dan Pelaksana Kegiatan 112
Tabel 7.1 Perbandingan Emisi GRK Kota Surabaya Tahun 2021 dan 2022 115

DAFTAR GRAFIK

Grafik 7.1 Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya 2021 dan 2022 116

BAB 1
PENDAHULUAN

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim saat ini memiliki dampak yang sudah jelas kita rasakan. Contohnya adalah frekuensi musim kemarau dan hujan yang tidak menentu. Suhu rata-rata yang mengalami kenaikan di permukaan bumi (*global warming*) juga merupakan dampak dari perubahan iklim. G*lobal warming* bagi masyarakat yang tinggal di daerah pesisir, kenaikan permukaan air laut jelas sangat terlihat dari tahun ke tahun.

Perubahan iklim sebagai perubahan yang disebabkan baik secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia sehingga mengubah komposisi dari atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode waktu yang dapat dibandingkan adalah definisi perubahan iklim yang diberikan Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang Kerangka Kerja Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change*/UNFCCC). Komposisi atmosfer global yang dimaksud adalah komposisi material atmosfer bumi berupa Gas Rumah Kaca (GRK) yang meliputi karbon dioksida, metana, nitrogen, dan sebagainya. Pada dasarnya, Gas Rumah Kaca diperlukan untuk menjaga kestabilan suhu bumi. Namun, peningkatan konsentrasi Gas Rumah kaca menyebabkan penebalan atmosfer. Semakin banyak yang terperangkap di atmosfer bumi, menyebabkan kenaikan suhu bumi yang dikenal dengan pemanasan global.

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas di atmosfer yang menyerap radiasi infra merah dan juga menentukan suhu atmosfer. Dampak aktivitas manusia terhadap emisi gas rumah kaca ke atmosfer telah meningkat secara signifikan, terutama sejak era pra-industri, meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Hal ini menimbulkan masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Ada enam jenis yang dapat digolongkan sebagai gas rumah kaca, yaitu karbondioksida (CO_2), gas metan (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), sulfurheksafluorida (SF_6), perfluorokarbon (PFCS) dan hidrofluorokarbon (HFCS). Selain itu, beberapa gas yang juga dihitung sebagai gas rumah kaca, yaitu karbonmonoksida (CO), nitrogen oksida (NOX), klorofluorokarbon (CFC), dan gas organik volatil non logam. Gas rumah kaca yang paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global adalah CO_2, CH_4, N_2O, NOX, CO, PFC dan SF_6.

Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional (NDC) Indonesia terhadap emisi gas rumah kaca mencakup aspek mitigasi dan adaptasi. Sesuai dengan ketentuan Persetujuan Paris, NDC Indonesia harus dutentukan secara berkala. Pada periode pertama, target NDC Indonesia adalah untuk mengurangi emisi sebesar 29% melalui upaya domestik dan hingga 41% melalui kerja sama internasional tanpa tindakan apapun (*business as usual)* pada tahun 2030, yang akan dicapai antara lain melalui sektor kehutanan, energi termasuk transportasi,

limbah, proses industri dan penggunaan produk serta pertanian. Komitmen NDC Indonesia untuk periode berikutnya ditentukan berdasarkan penilaian kinerja dan wajib menunjukkan peningkatan pada periode berikutnya. Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, dimana ini telah ditetapkan dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) dan dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 71 Tahun 2011 tentang Inventarisasi gas rumah kaca. Inventarisasi GRK dicapai memantau dan mengumpulkan data tentang aktivitas sumber emisi, kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan emisi dan serapan GRK untuk mendapatkan data *real-time* mengenai tingkat, status, dan tren perubahan emisi GRK dari berbagai sumber emisi dan sarapan, termasuk penyimpanan karbon. Pemerintah Provinsi Jawa Timur berpartisipasi aktif dalam mereferensikan peraturan perundang-undangan tersebut melalui analisis secara rutin emisi/serapan gas rumah kaca setiap tahun sejak 2010. Berikut Tabel 1.1 merupakan persentase emisi GRK Provinsi Jawa Timur.

Tabel 1.1 Persentase Emisi GRK Provinsi Jawa Timur Tahun 2016-2021

No	Tahun	Persentase Emisi (%)			
		Sektor Energi	Sektor IPPU	Sektor AFOLU	Sektor Limbah
1	2016	64,38	31,3	0,03	4,29
2	2019	99,33	0,59	0,03	0,08
3	2021	99,37	97,53	25,7	78,6

Sumber: Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2016-2021

Telah tertera dalam Tabel 1.1 diatas persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2016 di sektor energi 64,38%, sektor *Industrial Process and Product Uses* (IPPU) 31,3%, sektor *Agriculture, Forestry, and Other Land Use* (AFOLU) 0,03%, dan sektor limbah 4,29%. Persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2019 di sektor energi 99,33%, sektor IPPU 0,59%, sektor AFOLU 0,03%, dan sektor limbah 0,08%. Persentase emisi GRK di Jawa Timur pada tahun 2021 di sektor energi adalah 99,37%, sektor IPPU 97,53%, sektor AFOLU 25,7% dan sektor limbah 78,6%. Dari hasil tabel diatas diketahui bahwa penyumbang sumber emisi gas rumah kaca terbesar berasal dari sektor energi.

Pengurangan emisi GRK diikuti partisipasi setiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Termasuk Kota Surabaya yang telah melakukan inventarisasi emisi gas rumah kaca pada tahun 2021. Berdasarkan kajian inventarisasi gas rumah kaca tahun 2021, diketahui bahwa total emisi GRK Kota Surabaya dari keempat sektor yaitu sebesar 15.205,95 Gg CO_2. Adapun rincian hasil perhitungan emisi tersebut dari urutan terkecil meliputi sektor AFOLU sebesar 55,53 Gg CO_2 atau 0,37 %, sektor limbah sebesar 379,506 Gg CO_2 atau 2,50%, sektor IPPU sebesar 333,687 Gg CO_2 atau 2,19%, dan sektor energi sebesar 14.437,227 Gg CO_2 atau 94.94%.

Tabel 1.2 Persentase Emisi GRK Kota Surabaya

No	Tahun	Persentase Emisi (%)			
		Sektor Energi	Sektor IPPU	Sektor AFOLU	Sektor Limbah
1	2019	99,33	0,59	0,03	0,08
2	2021	94,94	2,19	0,37	2,50

Sumber: Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2019 dan Tahun 2021

Berdasarkan urgensi dan peraturan diatas, maka Pemerintah Kota Surabaya melakukan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Tahun 2022. Hal ini melanjutkan Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Tahun 2021 namun terdapat perubahan tahun data. Pada kajian ini akan menggunakan data tahun 2021 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 2022 ini diharapkan pemantauan kondisi GRK dapat dilakukan secara berkala dan target penurunan emisi GRK dapat optimal.

1.2 Tujuan dan Sasaran

Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan kajian inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya memiliki maksud dan tujuan:
   - 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 inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya meliputi:
   - Inventarisasi emisi gas rumah kaca dapat dijadikan sebagai bahan pembanding 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

Dari studi dan data terdahulu diambil dari berbagai sumber yang dapat digunakan sebagai dasar hukum dalam penyusunan inventarisasi emisi gas rumah kaca ini, baik dari pemerintah pusat, provinsi maupun kota/kabupaten serta sumber lainnya. Peraturan perundang-undangan yang dapat dijadikan acuan penyusunan kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
2. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK)
3. Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional
5. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi
6. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja
7. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
8. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement on Climate Change*
9. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur
10. Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 19 Tahun 2014 tentang Perlindungan Pohon
11. Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya
12. Peraturan Walikota Surabaya Nomor 67 Tahun 2018 tentang Kontribusi Sampah dalam Penggunaan Layanan Bus Surabaya
13. Rencana Aksi Nasional dan Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari laporan kajian ini meliputi lingkup wilayah dan lingkup kegiatan sebagai berikut:

1. Lingkup Wilayah

   Lingkup wilayah inventarisasi emisi meliputi wilayah Kota Surabaya dengan luas wilayah 334,51 km^2 yang terdiri atas 31 kecamatan dan 154 kelurahan. Dengan batas wilayah Kota Surabaya sebelah utara dan timur adalah selat Madura, sebelah selatan kabupaten Sidoarjo dan sebelah barat adalah kabupaten Gresik.
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 Uses* (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 persamaan emisi GRK masing-masing sektor.

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 Invetarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kota Surabaya.

1.5 Sistematika Penulisan

Dokumen Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK), berdasarkan Permen LHK No. 73 tahun 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dan Pedoman Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan Kementerian Lingkungan hidup tahun 2013, dimana dalam penyusunannya memiliki sistem penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Tujuan dan Sasaran

1.3 Dasar Hukum

1.4 Ruang Lingkup
1.5 Sistematika Penulisan
1.6 Jadwal Pelaksanaan
BAB 2 TINJAUAN KEBIJAKAN
2.1 Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
2.2 Penelitian Faktor Rumah Tangga yang Mempengaruhi Emisi CO_2 di Kelurahan Jodipan, Kota Malang
2.3 Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
2.4 Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional
2.5 Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012 Tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur
2.6 Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement on Climate Change
2.7 Rencana Aksi Nasional dan Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
2.8 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi
2.9 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional
2.10 Undang-undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja
2.11 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
2.12 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 19 Tahun 2014 tentang Perlindungan Pohon
2.13 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya
2.14 Peraturan Walikota Surabaya Nomor 67 Tahun 2018 tentang Kontribusi Sampah dalam Penggunaan Layanan Bus Surabaya
BAB 3 METODOLOGI
3.1 Sektor Energi
3.1.1 Penggunaan Energi Listrik
3.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak
3.1.2.1 Perhitungan Emisi dari Bahan Bakar Berdasarkan Nilai Kalor

3.1.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak
3.2 Sektor Limbah
3.2.1 Sektor Limbah Padat
3.2.2 Sektor Limbah Cair
3.3 Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Other Land Use*)
3.3.1 Subsektor Peternakan
3.3.1.1 Fermentasi Enterik
3.3.1.2 Pengelolaan Ternak
3.3.2 Subsektor Pertanian
3.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Lahan Pertanian
3.3.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea
3.4 Sektor IPPU (*Industrial Process and Product Uses*)
3.4.1 Industri Produsen Keramik
3.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article*
3.4.3 Industri Produsen *Plate* Baja dan Baja Ringan
BAB 4 GAMBARAN UMUM
4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya
4.2 Sektor-Sektor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya
4.2.1 Sektor Energi
4.2.2 Sektor Limbah
4.2.2.1 Sektor Limbah Padat
4.2.2.2 Sektor Limbah Cair
4.2.3 Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*)
4.2.4 Sektor IPPU (*Industrial Process and Product Uses*)
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN
5.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Energi
5.1.1 Emisi dari Penggunaan Listrik
5.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak
5.1.2.1 Bahan Bakar Batu Bara
5.1.2.2 Bahan Bakar Kayu Bakar
5.1.2.4 Bahan Bakar LPG
5.1.2.5 Bahan Bakar Gas
5.1.2.6 Bahan Bakar Solar
5.1.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak
5.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah
5.2.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Padat

5.2.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Cair
5.3 Analisis dan Pembahasan Sektor AFOLU *(Agriculture, Forestry and Other Land Use)*
5.3.1 Sub Sektor Peternakan
5.3.1.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Fermentasi Enterik
5.3.1.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pengelolaan Ternak
5.3.2 Sub Sektor Pertanian
5.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Budidaya Tanaman Padi
5.3.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea
5.4 Analisis dan Pembahasan Sektor IPPU
5.4.1 Industri Produsen Keramik
5.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article*
5.4.3 Industri Produsen *Plate* baja
BAB 6 REKOMENDASI UPAYA PENGENDALIAN GAS RUMAH KACA (GRK)
6.1 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Energi
6.2 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Limbah
6.3 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor AFOLU
6.4 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor IPPU
6.5 Rencana Aksi Daerah (RAD) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012
6.5.1 Bidang Energi
6.5.2 Bidang IPPU
6.5.3 Bidang Pengelolaan Limbah
6.5.4 Bidang AFOLU
6.6 Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011
6.7 Rekomendasi berdasarkan Peraturan Walikota Kota Surabaya Nomor 36 Tahun 2020 tentang Rencana Kerja Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2021
6.8 Rekomendasi berdasarkan RPJMN 2020-2024
6.9 Penanaman Pohon Sebagai Agen Pereduksi CO_2
6.10 Lahan Mangrove sebagai Simpanan Karbon
6.11 Klasifikasi Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti dan Kegiatan Pendukung
6.11.1 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti
6.11.2 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Pendukung
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN
7.1 Kesimpulan
7.2 Saran

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Untuk pelaksanaan kegiatan dari Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 1.3 Jadwal Pelaksanaan Penyusunan Laporan Kajian Inventarisasi GRK Kota Surabaya Tahun 2022

NO	Kegiatan	Bulan																			
		Juli				Agustus				September				Oktober				November			
1	Tahap persiapan																				
2	Tahap pengumpulan data																				
3	Tahap analisis data																				
4	Tahap penyusunan laporan																				
5	Bab 1																				
6	Bab 2																				
7	Bab 3																				
8	Bab 4																				
9	Bab 5																				
10	Bab 6																				
11	Bab 7																				
13	Finalisasi laporan																				

BAB 2
TINJAUAN KEBIJAKAN

BAB 2
TINJAUAN KEBIJAKAN

2.1 Undang-undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pasal 63 ayat (3)

Tercantum dalam undang-undang Republik Indonesia no. 32 tahun 2009 dalam pasal 63 ayat 3, tercantum bahwa dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, pemerintah kabupaten/kota bertugas dan berwewennang untuk melakukan penyelenggaraan inventarisasi sumber daya alam dan emisi gas rumah kaca pada tingkat kabupaten atau kota.

2.2 Penelitian Faktor Rumah Tangga yang Mempengaruhi Emisi CO_2 di Kelurahan Jodipan, Kota Malang

Dalam penelitian ini menggambarkan bahwa semakin besar peningkatan pembangunan rumah secara berdempetan menyebabkan semakin banyak aktivitas rumah tangga yang berpotensi menghasilkan emisi karbon dari konsumsi bahan bakar memasan dan konsumsi energi listrik rumah tangga. Penelitian ini juga mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 67 tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai upaya pengurangan emisi karbon. Pada penelitian ini variabel yang menjadi penyumbang terbesar terhadap hasil produksi emisi yaitu daya listrik rumah. Faktor karakteristik rumah tangga yang berpengaruh terhadap emisi rumah tangga, yaitu rumah dengan jenis daya listrik yang lebih besar ini yang akan cenderung menghasilkan emisi CO_2 yang lebih tinggi. Perilaku konsumtif yang banyak mengeluarkan energi listrik akan berdampak pada besarnua produksi emisi gas rumah kaca sektor energi.

2.3 Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

Peraturan Presiden Nomor 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 Nomor 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 Nomor 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 aktivis 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 Nomor 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. Pada 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 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 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 CO_2e 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 CO_2e 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 mengabsorbsi CO_2 secara optimal.

c. Bidang Energi dan Transportasi

Target penurunan emisi sebesar 5,22% atau 6.190.738,9 ton CO_2e 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 CO_2e 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 CO_2e dengan kebijakan yang dilakukan yaitu:

- Penurunan emisi GRK dari Tempat Pemrosesan 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 Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement on Climate Change*

Persetujuan Paris merupakan perjanjian internasional tentang perubahan iklim yang bertujuan untuk menahan kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2˚C di atas tingkat di masa pra-industrialisasi dan melanjutkan upaya untuk menekan kenaikan suhu ke 1,5˚C di atas tingkat pra-industrialisasi. Selain itu, Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim yang selanjutnya disebut Persetujuan Paris diarahkan untuk meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap dampak negatif perubahan iklim, menuju ketahanan iklim dan pembangunan rendah emisi, tanpa mengancam produksi pangan, dan menyiapkan skema pendanaan untuk menuju pembangunan rendah emisi dan berketahanan iklim. Pemerintah Indonesia telah menandatangani *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim) pada tanggal 22 April 2016 di New York, Amerika Serikat.

Dalam rangka mencapai tujuan Persetujuan Paris, kontribusi nasional terhadap upaya global yang dituangkan dalam kontribusi yang ditetapkan secara nasional, semua negara pihak melaksanakan dan mengkomunikasikan upaya ambisiusnya dan menunjukkan kemajuan dari waktu ke waktu, yang terkait dengan kontribusi yang ditetapkan secara nasional (mitigasi), adaptasi, dan dukungan pendanaan, teknologi dan pengembangan kapasitas bagi negara berkembang oleh negara maju.

Kontribusi yang ditetapkan secara nasional atau *Nationally Determined Contributions* (NDC) Indonesia mencakup aspek mitigasi dan adaptasi. Sejalan dengan ketentuan Persetujuan Paris, NDC Indonesia kiranya perlu ditetapkan secara berkala. Pada periode pertama, target NDC Indonesia adalah mengurangi emisi sebesar 29% dengan upaya sendiri dan menjadi 41% jika ada kerja sama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) pada tahun 2030, yang akan dicapai antara lain melalui sektor kehutanan, energi termasuk transportasi, limbah, proses industri dan penggunaan produk, dan pertanian. Komitmen NDC Indonesia untuk periode selanjutnya ditetapkan berdasarkan kajian kinerja dan harus menunjukkan peningkatan dari periode selanjutnya.

2.7 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. Kegiatan inti pada kajian ini adalah sektor energi, sektor AFOLU, sektor IPPU, dan sektor limbah. Kegiatan pendukung berupa perhitungan reduksi emisi GRK pada lahan mangrove yang dijelaskan lebih lanjut pada Bab 6.

Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.5 menjelaskan intisari kegiatan inti RAN-GRK di berbagai bidang kegiatan.

Tabel 2.1 Kegiatan RAN-GRK Bidang Pertanian

Bidang Pertanian		
Target penurunan emisi (26%) : 0,008 Giga Ton CO_2e **Target penurunan emisi (41%) : 0,011 Giga ton CO_2e**		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
1	**Perbaikan dan pemeliharaan jaringan irigasi**	**Terlaksananya perbaikan jaringan irigasi.** **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 melindungin tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubhaan iklim.**
4	**Pemanfaatan pupuk organik dan bio-pestisida**	**Terlaksananya pemanfaatan pupuk oganik dan biopestisida.**

Bidang Pertanian		
Target penurunan emisi (26%) : 0,008 Giga Ton CO_2e Target penurunan emisi (41%) : 0,011 Giga ton CO_2e		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
5	Pengembangan areal perkebunan (sawit, karet, kakao) di lahan tidak berhutan/lahan terlantar/lahan terdegradasi/area penggunaan lain	Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman tahunan dengan sasaran kelapa sawit dan karet. 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_2e Target penurunan emisi (41%) : 1,039 Giga ton CO_2e		
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 aeral bekas tebangan. Tercapainya peningkatan produksi hasil hutan buka kayu/jasa lingkungan.
3	Pengembangan pemanfaatan jasa lingkungan	Terlaksananya *demonstration activity Reducing Emission from Deforestation and Degradation (REDD)* di kawasan konservasi (hutan gambut).
4	Pengukuhan kawasan hutan	Terlaksananya penataan Batas Kawasan Hutan.
5	Peningkatan, rehabilitasi, operasi, dan pemeliharaan jaringan reklamasi rawa (termasuk lahan bergambut)	Terlaksananya peningkatan jaringan reklamasi rawa. 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	Rehabilitasi, reklamasi, dan revitalisasi lahan gambut terlantar, terdegradasi, pada areal pertanian, serta optimalisasi lahan non tanaman pangan.

Bidang Kehutanan dan lahan Gambut		
Target penurunan emisi (26%) : 0,672 Giga Ton CO_2e Target penurunan emisi (41%) : 1,039 Giga ton CO_2e		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
	perkebunan, peternakan dan hortikultura	
8	Penyelenggaraan rehabilitasi hutan dan lahan, dan reklamasi hutan di DAS prioritas	Terlaksananya rehabilitasi hutan pada DAS prioritas. Terlaksananya rehabilitasi lahan kritis pada DAS prioritas. Pembuatan hutan kota. Rehabilitasi hutan mangrove/hutan pantai.
9	Pengembangan perhutanan sosial	Terfasilitasinya penetapan areal kerja pengelolaan Hutan Kemasyarakatan. Terfasilitasinya pembentukan kemitraan usaha dalam hutan rakyat.
10	Pengendalian kebakaran hutan	Tercapainya penurunan jumlah *hotspot* di Pulau Kalimantan, Pulau Sumatera, dan Pulau Sulawesi.
11	Penyidikan dan pengamanan hutan	Terselesaikannya penanganan kasus baru tindak pidana kehutanan (*illegal loging*, 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_2e Target penurunan emisi (41%) : 0,056 Giga ton CO_2e		
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	Melakukan program kemitraan konservasi energi bersama swasta/masyarakat pada 1.003 obyek gedung dan industri. 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),

Bidang Energi dan Transportasi		
Target penurunan emisi (26%) : 0,038 Giga Ton CO_2e Target penurunan emisi (41%) : 0,056 Giga ton CO_2e		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
		Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, Desa Mandiri Energi.
5	**Pemanfaatan biogas**	**Terlaksananya pembuatan unit biogas di seluruh provinsi.**
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 (*Million Metric Standard Cubic Feet per Day)* di tahuan 2010-2014.**
7	**Peningkatan sambungan rumah yang teraliri gas bumi melalui pipa**	**Meningkatkan penggunaan gas yang dipakai oleh rumah tangga.**
8	**Pembangunan kilang *mini plant Liquid Petroleum Gas* (LPG)**	**Terlaksananya pembangunan kilang *mini plant* LPG di Sumatera.**
9	**Reklamasi lahan tambang**	**Penanaman pohon pada lahan di seluruh provinsi.**
10	**Pembangunan ITS (*Intelligent Transport System*)**	**Pembangunan ITS sebanyak 13 paket untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dengan koordinasi simpang, meningkatkan koordinasi antar simpang, memberikan sistem prioritas bus di persimpangan, moda *shift* 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 moda *share* di pusat kota, mengurangi penggunaan kendaraan pribadi.**
13	**Penerapan *Congestion Charging* dan *Road Pricing* yang dikombinasikan dengan angkutan umum massal**	**Penerapan *Congestion Charging* dan *Road Pricing* di 2 kota (Jakarta, Surabaya) untuk mengurangi moda *share* 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 angkutan umum**	**Terlaksananya peremajaan armada angkutan umum sesuai desain standar yang rendah emisi sebanyak 6.000 unit.**
16	**Pemasangan *converter kit* (gasifikasi angkutan umum)**	**Terpasangnya *converter kit* pada taksi dan angkutan kota yang menggunakan bensin untuk menurunkan emisi CO_2 hingga 25% sebanyak 1.000 unit per tahun.**
17	**Pelatihan dan sosialisasi *smart driving***	**Terlaksananya pelatihan dan sosialisasi *smart driving* untuk 50.000 orang/tahun.**

Bidang Energi dan Transportasi		
Target penurunan emisi (26%) : 0,038 Giga Ton CO_2e Target penurunan emisi (41%) : 0,056 Giga ton CO_2e		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
18	Membangun *Non-Motorized Transport* (pedestrian dan jalur sepeda)	Terbangunnya *non-motorized transport* di 12 kota.
19	Pengembangan KA perkotaan Bandung	Mengembangkan KA perkotaan Bandung sepanjang 42 km (jalur ganda dan elektrifikasi).
20	Pembangunan *double-double track*	Membangun *double-double track* 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 KRD menjadi KRDE dengan prediksi pengurangan konsumsi BBM sebesar 198 liter per km.
23	Pembangunan *Mass Rapid Transit* (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 preservasi 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_2e Target penurunan emisi (41%) : 0,005 Giga ton CO_2e		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
1	Penerapan modifikasi proses dan teknologi	Tersusunnya pedoman penggunaan *biomass* dan teknologi lainnya pada industri semen sebagai *blended cement*.
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 (*refrigerant, foam, chiller*, dan pemadam api).

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_2e **Target penurunan emisi (41%) : 0,078 Giga ton CO_2e**		
No	**Rencana Aksi**	**Kegiatan/Sasaran**
1	**Pembangunan sarana prasarana air limbah dengan sistem *on-site* dan *off-site***	**Tersedianya sistem pengelolaan air limbah sistem terpusat skala kota (*off-site*) di 16 kabupaten/kota, tersedianya sistem pengelolaan air limbah skala setempat (*on-site*) di 11.000 lokasi.**
2	**Pembangungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan pengelolaan sampah terpadu *Reduce, Reuse, Recycle* (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

2.8 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi

Inventarisasi GRK pada bidang energi dilakukan untuk memperoleh data dan informasi mengenai:

a. Tingkat emisi GRK
b. Status emisi GRK
c. Kecenderungan perubahan emisi GRK

Secara waktu berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya pada kegiatan penyediaan dan penggunaan energi Inventarisasi GRK bidang energi dilakukan dengan melakukan kegiatan berikut:

a. Pemantauan dan pengumpulan data terkait aktivitas sumber emisi GRK bidang energi
b. Pengumpulan data dan perhitungan faktor emisi
c. Penetapan factor emisi GRK bidang energi
d. Pelaporan hasil kegiatan inventarisasi GRK bidang energi

2.9 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional

Penyelenggaraan inventarisasi GRK merupakan suatu proses yang berkesinambungan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya. Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi GRK dimaksudkan untuk memberikan acuan dalam penyelenggaraan inventarisasi emisi GRK di tingkat nasional, daerah provinsi dan/atau daerah kabupaten/kota. Pedoman Penyelenggaraan dan

Pelaporan Inventarisasi GRK bertujuan untuk terselenggaranya pelaksanaan dan/atau pengkoordinasian inventarisasi GRK di tingkat nasional dan daerah provinsi dan daerah kabupaten/kota yang dapat dipercaya, akurat, konsisten, dan berkelanjutan, terdiri atas:

a. Penggunaan metodologi yang diakui internasional;
b. Penghitungan/estimasi emisi GRK;
c. Penyusunan dokumen tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK; dan
d. Pelaporan tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK.

2.10 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja

Cipta Kerja adalah upaya penciptaan kerja melalui usaha kemudahan, perlindungan, dan pemberdayaan koperasi dan usaha mikro, kecil, dan menengah, peningkatan ekosistem investasi dan kemudahan berusaha, dan investasi Pemerintah Pusat dan percepatan proyek strategis nasional. Dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, pemerintah provinsi sesuai dengan norma, standar, prosedur, dan kriteria yang ditetapkan oleh pemerintah pusat bertugas dan berwenang dalam menyelenggarakan inventarisasi sumber daya alam nasional dan emisi gas rumah kaca pada tingkat kabupaten/kota. Undang-Undang Cipta Kerja dibentuk dengan tujuan untuk:

a. Menciptakan dan meningkatkan lapangan kerja dengan memberikan kemudahan, pelindungan, dan pemberdayaan terhadap koperasi dan UMKM serta industri dan perdagangan nasional sebagai upaya untuk dapat menyerap tenaga kerja Indonesia yang seluas-luasnya dengan tetap memperhatikan keseimbangan dan kemajuan antar daerah dalam kesatuan ekonomi nasional;
b. Menjamin setiap warga negara memperoleh pekerjaan, serta mendapat imbalan dan perlakuan yang adil dan layak dalam hubungan kerja;
c. Melakukan penyesuaian berbagai aspek pengaturan yang berkaitan dengan keberpihakan, penguatan, dan perlindungan bagi koperasi dan UMKM serta industri nasional; dan melakukan penyesuaian berbagai aspek pengaturan yang berkaitan dengan peningkatan ekosistem investasi, kemudahan dan percepatan proyek strategis nasional yang berorientasi pada kepentingan nasional yang berlandaskan pada ilmu pengetahuan dan teknologi nasional dengan berpedoman pada haluan ideologi Pancasila.

2.11 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan,

pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Pada pasal 156 ayat 3 dijelaskan bahwa menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya melakukan pemeliharaan mutu air melalui upaya pengendalian perubahan iklim. Pengendalian perubahan iklim dilakukan melalui pengelolaan air limbah untuk memitigasi pelepasan emisi gas rumah kaca. Yang dimaksud dengan "memitigasi pelepasan emisi gas rumah kaca" adalah upaya untuk menekan atau menghindari pelepasan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh air limbah. Senyawa gas rumah kaca dari air limbah bersumber dari senyawa organik yang terkandung dalam air limbah, berupa karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4).

2.12 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 19 Tahun 2014 tentang Perlindungan Pohon

Perlindungan Pohon adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan dan mempertahankan fungsi pohon. Tujuan penyelenggaraan perlindungan pohon di daerah yaitu:

a. Mencegah dan membatasi kerusakan pohon yang disebabkan oleh perbuatan manusia, daya alam, hama dan penyakit serta sebab lainnya yang dapat mengakibatkan kerusakan atau kematian pohon;
b. Menjaga keberadaan dan kelestarian pohon di daerah; dan
c. Menciptakan keselamatan bagi kepentingan umum.

Penyelenggaraan perlindungan pohon di daerah dilakukan oleh pemerintah daerah dan masyarakat. Pemerintah daerah menyelenggarakan perlindungan pohon di daerah, kecuali terhadap area yang menjadi milik atau dikuasai orang/badan. Masyarakat berperan serta dalam penyelenggaraan perlindungan pohon pada area yang menjadi milik atau dikuasai oleh masyarakat yang bersangkutan dan/atau area yang dimiliki atau dikuasai oleh pemerintah daerah. Pelaksanaan penyelenggaraan perlindungan pohon di daerah yang dilakukan bersama-sama antara pemerintah daerah dengan masyarakat dilakukan secara terkoordinasi oleh walikota atau pejabat yang ditunjuk. Dalam rangka penyelenggaraan perlindungan pohon, pemerintah daerah melakukan pendataan jumlah dan jenis pohon yang ada di daerah. Peraturan perlindungan pohon sejalan dengan upaya penurunan emisi gas rumah kaca. Pohon dapat menyerap CO_2 di udara sehingga dapat mengurangi emisi akibat CO_2.

2.13 Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya

Pengelolaan sampah diselenggarakan berdasarkan asas tanggung jawab, asas berkelanjutan, asas manfaat, asas keadilan, asas kesadaran, asas kebersamaan, asas keselamatan, asas keamanan dan asas nilai ekonomi. Pengelolaan sampah bertujuan untuk

meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Penyelenggaraan pengelolaan sampah meliputi pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah dilakukan dengan pembatasan timbulan sampah, pendaur ulangan sampah, dan pemanfaatan kembali sampah. Penanganan sampah meliputi kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah. Pemilahan sampah dilakukan oleh:

a. setiap orang pada sumbernya;
b. pengelola kawasan permukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya; dan
c. pemerintah daerah.

Pemilahan sebagaimana dilakukan melalui kegiatan pengelompokan sampah menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah yang terdiri atas:

a. sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun serta limbah bahan berbahaya dan beracun;
b. sampah yang mudah terurai;
c. sampah yang dapat digunakan kembali;
d. sampah yang dapat didaur ulang; dan
e. sampah lainnya.

Pengumpulan sampah dilakukan oleh pengelola kawasan permukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya dan pemerintah daerah. Pengangkutan sampah dilakukan oleh pemerintah daerah dan lembaga pengelola yang dibentuk oleh masyarakat. Pemrosesan akhir sampah dilakukan dengan metode lahan urug saniter dan/atau teknologi ramah lingkungan.

2.14 Peraturan Walikota Surabaya Nomor 67 Tahun 2018 tentang Kontribusi Sampah dalam Penggunaan Layanan Bus Surabaya

Tata cara kontribusi sampah dalam penggunaan layanan Bus Surabaya adalah sebagai berikut:

1. Setiap calon penumpang Bus Surabaya harus menyerahkan sampah untuk mendapatkan layanan Bus Surabaya.
2. Penyerahan sampah ditukar dengan sejumlah poin yang dapat dipergunakan untuk mendapatkan layanan Bus Surabaya.
3. Poin yang didapat akan diberikan untuk sampah dengan jumlah:
    a. 3 (tiga) buah botol plastik bekas ukuran besar (kapasitas > 1000 mL);
    b. 5 (lima) buah botol plastik bekas ukuran sedang (kapasitas s/d 1000 mL); atau
    c. 10 (sepuluh) buah gelas plastik air kemasan bekas.

Calon penumpang Bus Surabaya menyerahkan sampah dengan jumlah sesuai dengan ketentuan kepada petugas dinas. Apabila sampah yang diserahkan calon penumpang Bus Surabaya jumlahnya telah sesuai ketentuan, maka petugas dinas memberikan Kartu Setor Sampah kepada calon penumpang tersebut. Kartu Setor Sampah diserahkan kepada petugas Dinas Perhubungan sebagai syarat untuk mendapatkan layanan bus milik Pemerintah Kota Surabaya. Petugas Dinas Perhubungan berdasarkan Kartu Setor Sampah memberikan tiket *print out* yang berlaku dalam durasi tertentu kepada penumpang Bus Surabaya tersebut.

BAB 3
METODOLOGI

BAB 3
METODOLOGI

Analisis Kajian Inventarisasi emisi gas rumah kaca pada tahun 2022 dilakukan dengan menggunakan data tahun 2021 pada empat sektor yaitu sektor energi, sektor limbah, sektor IPPU, dan sektor AFOLU. Data yang telah didapat dianalisis menggunakan metode *Tier* 1. *Tier* 1 merupakan metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar dan faktor emisi *default* dari IPCC. Terdapat 3 *tier* (tingkat ketelitian) dalam memperkirakan emisi gas rumah kaca. *Tier* 1 dirancang untuk perhitungan yang sederhana, faktor-faktor emisi sudah tersedia dan dapat digunakan. *Tier* 2 menggunakan faktor-faktor emisi spesifik negara atau wilayah. Faktor-faktor emisi spesifik negara lebih sesuai untuk iklim wilayah, penggunaan lahan, dan kategori ternak di negara tersebut. *Tier* 3 merupakan metode-metode orde tinggi, termasuk model-model dan sistem-sistem pengukuran inventarisasi yang dibuat untuk mengatasi keadaan nasional, diulangi dari waktu ke waktu, dan didorong oleh adanya data aktivitas dengan resolusi tinggi dan dikelompokkan pada tingkat sub-nasional. Metode-metode yang lebih tinggi memberikan perkiraan dengan kepastian yang lebih besar dibandingkan dengan *tier* yang lebih rendah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah badan Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk menilai ilmu yang terkait dengan perubahan iklim. IPCC dibuat untuk memberikan penilaian ilmiah rutin kepada pembuat kebijakan tentang perubahan iklim, implikasinya, dan potensi risiko di masa depan, serta untuk mengedepankan opsi adaptasi dan mitigasi. IPCC mengeluarkan pedoman yang membantu perhitungan emisi beberapa sektor GRK. Pedoman yang dikeluarkan IPCC berisi data faktor emisi dan formulasi perhitungan emisi.

Penjelasan mengenai keempat sektor GRK dapat dijabarkan di bawah ini. Adapun ringkasan sumber data yang digunakan ditampilkan pada Tabel 3.1.

1. Sektor Limbah, sektor ini dibagi menjadi 2 yaitu sampah dan limbah cair
   a. Data diperoleh dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya (DKRTH) berupa komposisi sampah dan timbulan sampah di Kota Surabaya, dan jumlah sampah yang masuk ke TPA. Adapun dari PT Sumber Organik meliputi data konversi energi.
   b. Limbah cair dianalisis berdasarkan limbah domestik yang dihasilkan dari populasi penduduk di Kota Surabaya.
2. Sektor *Industrial Process and Product Uses* (IPPU)

   Dalam analisis ini diperlukan data bahan baku dan produksi yang dihasilkan dari industri. Dalam perhitungan di sektor ini perlu diperhatikan nilai faktor emisi yang terdapat pada IPCC *Guidelines* 2006 dan jurnal terkait.
3. Sektor energi, sektor ini terbagi menjadi 3 yaitu emisi dari sumber tidak bergerak dan sumber bergerak.

a. Penggunaan energy listrik, dalam analisis ini diperlukan informasi data kWh.
b. Sumber tidak bergerak, dalam analisis diperlukan data mengenai jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan oleh industri.
c. Sumber bergerak, dalam analisis ini diperlukan data bahan bakar yang digunakan untuk transportasi dan bahan bakar kendaraan di perusahaan seperti *forklift*.

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 jumlah hewan yang dipotong, dan dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya meliputi jumlah hewan ternak yang dikelola. Pada bidang pertanian analisis meliputi luas lahan pertanian dan jenis pupuk yang digunakan di Kota Surabaya. Data luas lahan pertanian dan pupuk yang digunakan didapatkan dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya.

Tabel 3.1 Sumber data yang digunakan dalam perhitungan emisi gas rumah kaca

Sektor	Subsektor	Sumber/Industri
Limbah	Limbah Padat	1. Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya
		2. PT. Sumber Organik
	Limbah Cair	1. Dinas Kesehatan Kota Surabaya
Energi	Penggunaan Energi Listrik	1. PT PLN
	Bahan Bakar Sumber Bergerak	1. PT Pertamina Distribusi
	Bahan Bakar Sumber Tidak Bergerak	1. PT PGN
		2. P&G
		3. PT Hasil Abadi Perdana
		4. PT Japfa Comfeed Indonesia
		5. PT Karet Ngagel Jaya
		6. PT Salim Ivomas Pratama
		7. PT Smart Tbk
		8. PT Suparma
		9. PT Kasa Husada Wira Jatim
		10. CV Jaya Wijaya
		11. PT Bimasada Jaya Persada
		12. PT Enos Bintang Selamat
		13. PT Mitrapak Eramandiri
		14. PT Remaja Prima Engineering
		15. Rumah tangga
		16. Pelanggan Kecil (UMKM)
		17. Komersial Industri
		18. PT Bogasari Flour Mill
		19. PT Rama Putra
		20. PT Tunas Jaya Santosa
		21. CV Jaya Wijaya
		22. CV Karatu Abadi Jaya
		23. PT Antakesuma Intiraharja
		24. PT Arjuna Utama Kimia (ARUKI)
		25. PT Berau Karya Indah
		26. PT Bondi SM

Sektor	Subsektor	Sumber/Industri
		27. PT Central Proteina Prima
		28. PT Conductorjasa Suryapersada
		29. PT HM Sampoerna
		30. PT Jadi Abadi Corak Biskuit
		31. PT Japfa Comfeed Indonesia
		32. PT Kayan Jaya Tanjung
		33. PT Lintech Duta Pratama
		34. PT Nastec Germerzindo
		35. PT Pabrik Sigaret Sriwidjaja
		36. PT Penta Ocean
		37. PT Salim Ivomas Pratama
		38. PT Suparma
		39. PT Vitapharm
		40. PT Welco
		41. PT Garuda Top Plasindo
		42. PT Limas Anugrah Steel
		43. PT Remaja Prima Engineering
		44. PT Ratna Baru Plastic
IPPU		1. PT Platinum Ceramic Industry
		2. PT Karet Ngagel Jaya
		3. PT Gunawan Dianjaya Steel
AFOLU		1. Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya
		2. RPH Kota Surabaya

Sumber: Penyusun, 2022

3.1 Sektor Energi

Dalam era industri dan teknologi saat ini, peranan energi sangatlah penting. Bertumbuh nya populasi urban, berkembangnya sektor industri, dan sektor rumah tangga akan meningkatkan konsumsi energi. Konsumsi energi yang terus meningkat menimbulkan dampak peningkatan emisi CO_2 yang tinggi dan tentu saja dapat mempengaruhi konsentrasi gas rumah kaca (Agung, *et al*., 2017). Pemanfaatan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas secara berlebihan dalam berbagai kegiatan sehari-hari merupakan penyebab utama dilepaskannya emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Pembangkit listrik, penggunaan alat-alat elektronik seperti AC, TV, komputer, penggunaan kendaraan bermotor dan kegiatan industri merupakan contoh kegiatan manusia yang meningkatkan emisi GRK di atmosfer (Wulandari, *et al*., 2013). Sesuai dengan pedoman dalam IPCC 2006, gas-gas rumah kaca yang dihitung pada sektor energi adalah CO_2, CH_4, dan N_2O.

3.1.1 Penggunaan Energi Listrik

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.

Menurut Carbon Fund (2019) nilai rata-rata emisi CO_2 adalah 0,0004554 ton CO_2/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 daringnya disebutkan bahwa faktor emisinya bernilai 0,000707 ton CO_2/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.

Perhitungan CO_2 juga dilakukan oleh Rechenberger (2013), namun mereka mencantumkan faktor emisi berdasarkan tipe batu bara, brown coal, hard coal, dan natural gas. Dalam perhitungan ini brown coal memiliki angka emisi yang paling besar alasannya adalah tipe ini yang paling rendah peringkatnya, paling rendah nilai kalorinya, dan paling sering digunakan di Indonesia. Faktor emisinya adalah 0,001183 ton CO_2/kWh. Angka ini mirip dengan yang didapat dari perhitungan oleh Mittal (2012) berdasarkan informasi dari India yaitu sebesar 0,0007 ton CO_2/kWh dengan bahan bakar batu bara. Namun demikian, angka 0,001183 ton CO_2/kWh akan digunakan pada perhitungan kali ini. Karena dinilai mendekati yang sering dipakai di Indonesia.

3.1.2 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 emisi nya berdasar nilai energi dalam bahan bakar tersebut. Konsep ini dijelaskan pada sub bab 3.1.1.1.

3.1.2.1 Perhitungan Emisi dari Bahan Bakar Berdasarkan Nilai Kalor

Perhitungan pada sektor ini menggunakan *Tier* 1, yaitu berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi. Yang berasal dari bahan bakar, dimana persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

Emisi GRK = Data aktivitas x Faktor emisi **... (1)**

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:

Emisi GRK (kg GRK/tahun) = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg GRK/TJ) **... (2)**

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 batubara, kiloliter minyak diesel, dll. Oleh karena itu sebelum menggunakan persamaan (6) data konsumsi energi dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terajoule) dengan menggunakan persamaan berikut:

Konsumsi Energi (TJ/tahun) = Konsumsi energi (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik) **... (3)**

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

Tabel 3.2 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	$33x10^{-6}$ TJ/liter	Kendaraan bermotor
Solar (HSD, ADO)	$36x10^{-6}$ TJ/liter	Kendaraan bermotor, pembangkit listrik
Minyak diesel (IDO)	$38x10^{-6}$ TJ/liter	*Boiler* industri, pembangkit listrik
MFO	$40x10^{-6}$ TJ/liter $4,04x10^{-2}$ TJ/ton	Pembangkit listrik
Gas bumi	$1,055x10^{-6}$ TJ/SCF $38,5x10^{-6}$ TJ/Nm	Industri, rumah tangga, restoran
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*

Apabila data pemakaian gas yang diperoleh dalam bentuk volume (m^3), cara perhitungannya menjadi sedikit berbeda. Perhitungan dari data ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Konsumsi energi (TJ) = pemakaian gas (m^3) x nilai kalor bahan bakar (TJ/Nm^3) **... (4)**

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

Emisi GRK (kg GRK/tahun) = konsumsi energi (TJ) x FE (CO_2, CH_4, N_2O)

... (5)

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

1 Joule = 1 x 10^{-12} Terajoule

Konsumsi gas yang memiliki satuan MBTU/MMBTU dikonversi ke satuan Joule kemudian dikonversi menjadi terajoule (TJ). Setelah diketahui konsumsi gas dalam satuan TJ kemudian dikalikan dengan faktor emisi (Tabel 3.3) sehingga dapat diketahui emisi yang dihasilkan. Selain menggunakan gas sebagai bahan bakar, PT Hasil Abadi Perdana, PT Sari Mas Permai, PT Suparma, PT Kedawung Setia Corrugated Carton Box Industrial, PT Matahari Sakti, menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses produksi. Perhitungan nilai emisi nya menggunakan persamaan 2 dan persamaan 4. Nilai faktor emisi bahan bakar tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar Sumber Stasioner

Bahan Bakar	Sumber	Faktor emisi (kg GRK/TJ)		
		CO_2	CH_4	N_2O
NGL/CGN	Industri Manufaktur	64.200	3	0,6
	Rumah tangga	64.200	10	0,6
	Bangunan komersial	64.200	10	0,6
Batubara (antrasit)	Industri Energi	98.300	1	1,5
	Industri Manufaktur	98.300	10	1,5
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

3.1.3 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 CO_2, CH_4 dan N_2O.

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:

Emisi GRK (satuan fisik/tahun) = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (satuan fisik/TJ) **... (6)**

Konsumsi energi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) dan nilai kalor bahan bakarnya menggunakan pada Tabel 3.4 sampai dengan Tabel 3.6. Faktor emisi bahan bakar yang digunakan terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3.4 Faktor Emisi Bahan Bakar Sumber Bergerak

No	Bahan Bakar	Faktor Emisi (ton/TJ)		
		CO_2	CH_4	N_2O
1	Solar	74.100	3,9	3,9

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

Tabel 3.5 Faktor Emisi CO_2 Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor

Tipe	Emisi kg GRK/TJ
	CO_2
Motor gasoline	69.300
Gas/Diesel oil	74.100
LPG	63.100
Kerosene	71.900
CNG	56.100
LNG	56.100

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

Tabel 3.6 Faktor Emisi CH_4 dan N_2O Sumber Bergerak dari Kendaraan Bermotor

Tipe	CH_4 kg/TJ	N_2O kg/TJ
Premium *uncontrolled*	33	3,2
Premium dengan *catalyst*	25	8
Solar/ADO	3,9	3,9
Gas bumi/cgn	92	3
LPG	62	0,2

Tipe	CH_4 kg/TJ	N_2O kg/TJ
Ethanol, truk	260	41
Ethanol, mobil	18	Na

Sumber: IPCC, 2006

3.2 Sektor Limbah

Pada perhitungan emisi gas rumah kaca sektor limbah terbagi menjadi limbah padat dan limbah cair domestik. Perhitungan sektor limbah padat dihitung berdasarkan data dari Dinas Kebersihan Ruang Terbuka Hijau dan PT Sumber Organik, sedangkan limbah cair domestik dari data populasi penduduk.

3.2.1 Sektor Limbah Padat

Sektor limbah padat dihitung 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 atau sampah dianalisis dalam rumus IPCC 2006 berikut:

Emisi CH_4 = (MSWT x MSWF x MCF x DOC x DOCf x F x 16/12 – R) x (1 – Ox) **... (7)**

Keterangan:

MSWT = Timbulan sampah kota atau berat sampah yang dihasilkan

MSWF = Persentase sampah yang masuk ke TPA

MCF = Faktor koreksi metana, sebesar 0,5 berdasarkan IPCC 2006 untuk *managed – semi aerobic*

DOC = Degradasi organik karbon dalam sampah

DOC adalah karakteristik limbah yang menentukan besarnya gas CH_4 yang dapat terbentuk selama proses degradasi komponen organik/karbon yang terdapat pada limbah. Pada sampah padat, besarnya DOC bergantung pada komposisi (% berat) masing-masing komponen sampah. Untuk menghitung nilai DOC dapat menggunakan persamaan berikut:

DOC = Wi x DOCi **... (8)**

Keterangan:

Wi = Komposisi sampah

DOCi = Persentase DOC sesuai IPCC 2006 (*wet weight basis*)

DOCf = Fraksi DOC, sebesar 0,5 berdasarkan IPCC 2006

F = Fraksi volume CH_4, sebesar 0,5 berdasarkan IPCC 2006

16/12 = Rasio berat molekul CH_4/C

R = Pemulihan CH_4

Ox = Faktor oksidasi, sebesar 0,1 berdasarkan IPCC 2006 untuk *managed covered with CH_4 oxidizing material*

DOC dihitung dengan menggunakan *worksheet* dari IPCC 2006. Setelah mendapatkan nilai DOC (*Degradable Organic Carbon*), nilai emisi gas metana yang dihasilkan dapat dihitung dengan mengacu IPCC 2006.

3.2.2 Sektor Limbah Cair

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

$$\text{Emisi } CH_4 = [(Ui \times Tij \times EFi) \times (TOW - S)] - R \quad \textbf{... (9)}$$

Keterangan:

Ui = Fraksi populasi

Tij = Derajat pemanfaatan dari saluran atau system pengolahan/ pembuangan

I = Grup pendapatan

EFi = Faktor emisi

TOW = Total organik dalam limbah cair

S = Lumpur yang dipisahkan

R = Jumlah CH_4 yang dikumpulkan

Nilai Ui, Tij, Efi, S, dan R terdapat pada *Guidelines* IPCC disesuaikan dengan jenis sanitasi yang diakses oleh masyarakat. Perhitungannya menggunakan cara berikut:

$$TOW = P \times BOD \times 0{,}001 \times I \times 365 \quad \textbf{... (10)}$$

Keterangan:

TOW = Total organik dalam air limbah (kg BOD/tahun)

P = Jumlah penduduk (orang)

BOD = *Biological Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen biologis untuk memecah bahan buangan di dalam air oleh mikroorganisme (g BOD/orang/hari)

0,001 = Konversi g BOD ke kg BOD

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

Data untuk sektor limbah padat ini didapat dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya Tahun 2021 dan PT Sumber Organik, sedangkan data untuk sektor air limbah, yaitu data jumlah penduduk yang terlayani akses sanitasi layak didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2021.

3.3 Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Other Land Use*)

Menurut arahan dari IPCC, inventarisasi emisi dan serapan GRK berdasarkan penggunaan dan perubahan lahan dibedakan menjadi 6 (enam) kategori, yaitu:

1. *Croplands* (Lahan Pertanian dan *Agroforestry*)
   Kategori ini mencakup tanaman pangan, termasuk sawah dan sistem agroforestry.
2. *Grassland* (Padang Rumput dan Savana)
   Kategori ini mencakup padang rumput dan padang untuk para penggembala yang tidak dianggap sebagai lahan pertanian.
3. *Wetlands* (Lahan Gambut, Rawa, Sungai, Danau dan Waduk)
   Kategori ini mencakup lahan pengembangan gambut serta lahan yang ditutupi oleh air sepanjang atau sebagian tahun. Kategori ini juga mencakup sungai alami, danau dan waduk/reservoir.
4. *Forest Land* (Lahan Hutan)
   Kategori ini mencakup semua lahan vegetasi berkayu. Kategori ini juga mencakup sistem vegetasi di luar definisi hutan, tetapi dapat berpotensi mencapai nilai ambang batas atau memenuhi definisi hutan yang digunakan oleh suatu negara.
5. *Settlements* (Pemukiman/Infrastruktur)
   Kategori ini mencakup semua lahan yang dikembangkan, seperti pemukiman berbagai ukuran tetapi tidak masuk ke dalam kategori lain dan mencakup infrastruktur transportasi.
6. *Other Land* (Lahan Lainnya)
   Kategori ini mencakup lahan berbatu, lahan bersalju, dan semua lahan yang tidak masuk ke dalam salah satu dari lima kategori di atas.

Dalam laporan ini, yang dihitung dari sektor AFOLU adalah peternakan dan pertanian saja. Sedangkan gas-gas rumah kaca yang dihitung adalah CO_2 dan CH_4. Untuk gas metana (CH_4) sendiri dapat berasal dari berbagai sumber yaitu emisi fermentasi enterik, emisi ternak, emisi budidaya padi, dan emisi penggunaan pupuk.

3.1.1 Sub Sektor Peternakan

3.3.1.1 Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah gas metana yang menjadi produk sampingan hewan memamah biak (herbivora) dari suatu proses pemecahan karbohidrat hasil pencernaan oleh mikroorganisme yang kemudian diserap ke dalam aliran darah. Berikut persamaan menurut IPCC 2006 untuk menghitung fermentasi enterik:

$$Emissions = EF_{(T)} \times N_{(T)} \times 10^{-6} \quad \textbf{... (11)}$$

Keterangan:

Emissions = Emisi metana dari fermentasi enterik (Gg CH_4/tahun)

$EF_{(T)}$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg/ekor/tahun)

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis atau kategori ternak tertentu (ekor)

T = Jenis atau kategori ternak

Faktor emisi metana dari fermentasi enterik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.7 Faktor Emisi Metana dari 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 dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya), 2012

3.3.1.2 Pengelolaan Ternak

Data populasi ternak yang diperoleh dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya dianalisis menggunakan rumus pengelolaan ternak. Dari data pengelolaan ternak yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung potensi gas metana. Berikut persamaan menurut IPCC 2006 untuk menghitung potensi gas metana:

$$CH_4\ manure = EF_{(T)} \times N_{(T)} \times 10^{-6} \quad \textbf{... (12)}$$

Keterangan:

CH_4 *manure* = Emisi metana dari pengelolaan ternak (Gg CH_4/tahun)

$EF_{(T)}$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg/ekor/tahun)

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis atau kategori ternak tertentu (ekor)

T = Jenis atau kategori ternak

Faktor emisi metana dari pengelolaan ternak dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.8 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Ternak

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
1	Sapi pedaging	1
2	Sapi perah	31

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/tahun)
3	Kerbau	2
4	Domba	0,20
5	Kambing	0,22
6	Babi	7
7	Kuda	2,19
8	Ayam buras	0,02
9	Ayam ras	0,02
10	Ayam petelur	0,02
11	Bebek	0,02

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

3.3.2 Sub Sektor Pertanian

3.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Lahan Pertanian

Untuk dapat menghitung emisi CH_4 dari lahan pertanian, diperlukan data aktivitas sebagai berikut:

a. Data Aktivitas

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

Setelah diketahui data aktivitas, maka data tersebut digunakan untuk tahapan perhitungan dengan mengacu pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup – Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya Tahun 2012 seperti berikut:

b. Tahapan Perhitungan

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang

  $SFo = (1 + ROA \times CFOA)^{0,59}$ **… (13)**

- Menghitung faktor emisi harian

  EFi = (EFc x SFw x SFo x SFs x SFr) **… (14)**

- Menghitung emisi metana dari lahan sawah

  CH_4 *rice* = EFi x t x A x 10^{-6} **… (15)**

3.2.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea

Lepasnya CO_2 yang diikat selama proses pembuatan pupuk disebabkan karena penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian. Urea ($CO(NH_2)_2$) diubah menjadi amonium (NH_4^+), ion hidroksil (OH^-), dan bikarbonat (HCO_3^-) dengan bantuan enzim urease. Bikarbonat yang terbentuk kemudian berkembang menjadi CO_2 dan air. Berikut persamaan untuk menghitung emisi CO_2 dari penggunaan pupuk urea:

CO_2 *emission* = M urea x EF urea **… (16)**

Keterangan:

CO_2 *Emissions* = Emisi C tahunan dari aplikasi urea (ton CO_2/tahun)

M urea = Jumlah pupuk urea yang diaplikasikan (ton/tahun)

EF urea = Faktor emisi, sebesar 0,20 berdasarkan Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup – Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya Tahun 2012

3.4 Sektor IPPU (*Industrial Process and Product Uses*)

Sumber utama emisi GRK pada sektor IPPU berasal dari proses industri dan penggunaan produk. Sumber emisi tersebut dapat dikelompokkan menjadi 8 (delapan) kategori utama yaitu:

1. Industri mineral
2. Industri kimia
3. Industri logam
4. Industri elektronik
5. Penggunaan produk bahan bakar non-energi dan pelarut
6. Penggunaan produk pengganti zat-zat yang menipiskan lapisan ozon (ODS)
7. Pembuatan produk-produk lainnya dan penggunaannya
8. Lain-lain

Dalam laporan ini, data bahan baku dan produk didapatkan dari beberapa perusahaan sebagai berikut:

Tabel 3.9 Bahan Baku dan Produk untuk Perhitungan Emisi Sektor IPPU

No	Nama Perusahaan	Bahan / Produk	Kategori	Kategori Sumber Emisi
1	PT Platinum Ceramic Industry	Keramik	Produk	Industri Mineral
2	PT Karet Ngagel Surabaya	Conveyor Belt dan Rubber Article	Produk	Industri Mineral
3	PT Gunawan Dianjaya Steel	Plate Baja	Produk	Industri Logam

Sumber: PT Platinum Ceramic Industry, PT Karet Ngagel, PT Gunawan Dianjaya Steel, 2022

Perhitungan emisi GRK pada sektor IPPU disesuaikan dengan proses produksi dan jenis bahan yang digunakan. Berikut merupakan langkah-langkah untuk menghitung emisi GRK pada sektor IPPU.

3.4.1 Industri Produsen Keramik

a. Data yang digunakan
   - Data total produksi keramik (ton/tahun).
   - Bahan baku keramik adalah *clay* (tanah liat)
   - Massa jenis *clay* / tanah liat adalah 1.702 kg/m^3
   - Asumsi ketebalan keramik adalah 1 cm
   - Faktor emisi batu kapur ($CaCO_3$) dari IPCC GL Tahun 2006 sebesar 0,43971 ton CO_2/ton karbonat
   - Faktor emisi dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) dari IPCC GL Tahun 2006 sebesar 0,47732 ton CO_2/ton karbonat

b. Sesuai IPCC GL 2006 Volume 3 (sektor IPPU) Chapter 2 (Emisi Industri Mineral) Halaman 2.34, persamaan yang digunakan yaitu:

$$\text{Emisi } CO_2 = M_c \times (0{,}85\ EF_{ls} + 0{,}15\ EF_d)$$

   Keterangan:

   Emisi CO_2 = Emisi CO_2 dari kegiatan produksi

   M_c = Massa karbonat yang digunakan (ton)

   EF_{ls} atau EF_d = Faktor emisi dari batu kapur atau kalsinasi dolomit (ton CO_2/ton karbonat)

   Menurut IPCC kandungan karbonat dalam *clay* dapat diasumsikan sebesar 10%. Karena keramik yang dihasilkan terbuat dari *clay*, maka berat keramik yang digunakan dalam perhitungan adalah 10% dari berat total keramik.

c. Langkah perhitungan emisi

   Perhitungan emisi GRK untuk industri keramik menggunakan data hasil produksi keramik dalam satuan ton/tahun. Untuk menghindari *double counting* bahan baku pembuatan yaitu *clay* tidak dihitung. Berikut merupakan perhitungannya:
   - Menghitung volume total keramik

Volume keramik = Luas keramik x Tinggi asumsi keramik

- Menghitung berat total keramik

  Berat total keramik = Volume keramik x Massa jenis keramik

- Emisi CO_2 = 10% x Berat total keramik x (0,85 EF_{ls} + 0,15 EF_d)

3.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article*

a. Data yang digunakan
   - Data total produksi *conveyor belt* (ton/tahun)
   - Data total produksi *rubber article* (ton/tahun)
   - Faktor emisi dari Jawjit dkk (2010)

b. Asumsi yang digunakan
   - Bahan *conveyor belt* adalah karet (100%), karena ketiadaan data berapa persen karet yang menyusun *conveyor belt*
   - Karet yang dihasilkan dari *latex* yang ditanam pada proses penanaman. Proses penanaman ada dua: 1) *latex* dari penanaman muda, segar dan tanah deforestasi, 2) penanaman lama dari tanah terolah. Pada laporan ini 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). Berikut merupakan tabel faktor emisi.

Tabel 3.10 Faktor Emisi CO_2 dari Produksi Karet Primer

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	0,7
Ribbed Smoked Sheet (RSS)	21	0,66

Sumber: Jawjit dkk, 2010

c. Persamaan yang digunakan

   Emisi CO_2 = Total produksi (ton/tahun) x Faktor emisi CO_2

3.4.3 Industri Produsen *Plate* Baja

a. Data yang digunakan
   - Data total produksi *plate* baja (ton/tahun)
   - Faktor emisi dari *Worldsteel Association* sebesar 1,85 ton CO_2/ton baja

b. Persamaan yang digunakan

Perhitungan emisi GRK untuk industri *plate* baja menggunakan data hasil produksi *plate baja* dalam satuan ton/tahun. Untuk menghindari *double counting* dan ketidaksesuaian slab tidak dihitung. Berikut merupakan perhitungannya:

Emisi CO_2 = Total produksi (ton/tahun) x Faktor emisi CO_2

BAB 4
GAMBARAN UMUM

BAB 4
GAMBARAN UMUM

4.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Letak Kota Surabaya berada diantara 112° 38’ - 112° 54’ Bujur Timur dan 70° 21’ Lintang Selatan. Kota Surabaya memiliki perbatasan 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.

Kota Surabaya memiliki rata-rata temperatur antara 22,60 – 34,10 dengan tekanan udara rata-rata antara 1.005,2 – 1.013,9 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 aluvial dan grumusol. Pada jenis tanah aluvial terdiri atas 3 karakteristik yaitu aluvial hidromorf, aluvial kelabu tua, dan aluvial kelabu. Kota Surabaya memiliki 31 kecamatan dengan pengelompokan 5 (lima) wilayah pembantu walikota yaitu Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Pusat. Total luas wilayah Surabaya adalah 334,51 km^2.

4.2 Sektor-Sektor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya

Surabaya merupakan kota sebagai pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan Indonesia Timur. Surabaya juga dikenal sebagai kota perdagangan internasional yang bergerak melalui jalur maritim yang berada di Pelabuhan Perak. Sebagai kota perdagangan, Surabaya memiliki beberapa pilar-pilar penyangga. Desain kota perdagangan sejalan dengan Pelabuhan Perak yang langsung terhubung dengan daerah industri dan pergudangan seperti SIER, Berbek, dan Margomulyo.

4.2.1 Sektor Energi

Penggunaan energi di Kota Surabaya berasal dari penggunaan energi listrik, bahan bakar minyak, gas alam, batu bara, kayu bakar, dan energi baru terbarukan lainnya. Bahan bakar tersebut ada yang digunakan untuk kegiatan sumber tidak bergerak dan kegiatan sumber bergerak. Berikut merupakan data penggunaan listrik, data konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk kegiatan sumber tidak bergerak maupun sumber bergerak.

Tabel 4.1 Data Penggunaan Energi Listrik Tahun 2021

No	Sektor	Penggunaan Energi Listrik (kWh/tahun)
1	Sosial	332.047.039
2	Rumah Tangga	2.445.981.158
3	Bisnis	1.744.159.683
4	Industri	1.205.625.705
5	Pemerintah	228.233.001
6	Layanan Khusus	9.581.399
Total		5.965.627.985

Sumber: PT PLN, 2022

Tabel 4.2 Data Konsumsi Bahan Bakar Sumber Tidak Bergerak Tahun 2021

No	Perusahaan	Bahan Bakar	Total	Satuan
1	PT Bogasari Flour Mill	Gas CNG	650.488,64	m^3
2	PT Hasil Abadi Perdana	Batu Bara	6.392,8	Ton
3	PT PGN (Rumah Tangga)	Gas	8.205.280	m^3
	PT PGN (Pelanggan Kecil (UMKM))	Gas	660.624	m^3
	PT PGN (Komersial Industri)	Gas	531.607.655	m^3
4	PT Suparma	Batu Bara	159.273,69	Ton
		Solar	130.641,83	Liter
5	PT Karet Ngagel Jaya	Batu Bara	827	Ton
		Kayu Bakar	868.000	kg
6	PT Salim Ivomas Pratama	Batu Bara	18.210,11	Ton
		Solar	512.996,08	Liter
7	PT Bondi SM	Solar	25,7	Liter
8	PT Smart Tbk	Batu Bara	16.957	Ton

Sumber: PT Bogasari Flour Mill, PT Hasil Abadi, PT PGN (Rumah Tangga), PT PGN (Pelanggan Kecil/UMKM), PT PGN (Komersial Industri), PT Suparma, PT Karet Ngagel Jaya, PT Salim Ivomas Pratama, PT Bondi SM, PT Smart Tbk

Tabel 4.3 Data Konsumsi Bahan Bakar Sumber Bergerak Tahun 2021

No	Perusahaan	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar (liter/tahun)
1	Pertamina distribusi	Solar	175.063.805
		Perta Series (Pertalite, Pertamax)	462.860.180
		Premium	5.112.000
		Dex Series (Dexlite, Pertamina Dex)	19.050.000

Sumber: Pertamina Distribusi, 2022

4.2.2 Sektor Limbah

4.2.2.1 Sektor Limbah Padat

Pengelolaan sampah di TPA Benowo dikelola menggunakan sistem pengelolaan *sanitary landfill* dan gasifikasi sehingga menghasilkan energi. Jumlah sampah Kota Surabaya yang masuk ke TPA Benowo pada tahun 2021

sebesar 1.583,41 ton/hari atau 1.583.414,30 kg/hari (Tabel 4.5), dengan begitu dalam 1 tahun sampah yang masuk ke TPA Benowo sebesar 577.946.220 kg/tahun atau 577,95 Gg/tahun. Untuk dapat menghitung emisi GRK diperlukan komposisi sampah sesuai jenisnya. Komposisi sampah yang masuk di TPA Benowo adalah sampah organik, kayu, kulit, karet, plastik, kertas, kain, kaca, keramik, logam, B3 dan lain-lain. Untuk lebih jelasnya, komposisi sampah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.4 Komposisi Sampah TPA Benowo Tahun 2021

No	Komposisi Sampah	Persentase
1	Sampah organik	52,92%
2	Kayu / produk kayu	2,14%
3	Kulit	1,81%
4	Karet	0,73%
5	Plastik	19,02%
6	Kertas / bahan kertas	12,37%
7	Kain / tekstil	1,70%
8	Kaca	1,46%
9	Keramik	0,81%
10	Logam	1,94%
11	B3	3,40%
12	Lain-lain	1,70%
Total		100%

Sumber: Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, 2022

Tabel 4.5 Data Sampah yang Masuk ke TPA Benowo Tahun 2021

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah (ton/hari)	Timbulan Sampah (kg/hari)
1	Pakal	59.971	17,48	17.479,29
2	Benowo	69.938	31,16	31.164,88
3	Asemrowo	45.547	26,62	26.624,22
4	Krembangan	109.027	61,89	61.893,53
5	Bubutan	90.646	36,61	36.609,21
6	Pabean Cantikan	70.808	79,40	79.398,66
7	Semampir	172.669	52,92	52.915,73
8	Simokerto	86.897	76,91	76.909,04
9	Bulak	43.764	15,64	15.635,21
10	Kenjeran	181.325	79,48	79.477,34
11	Tambaksari	214.966	39,51	39.506,19
12	Genteng	52.924	33,80	33.803,23
13	Tegalsari	92.014	71,49	71.485,75
14	Sawahan	188.693	104,49	104.493,01
15	Sukomanunggal	101.259	63,79	63.785,89

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah (ton/hari)	Timbulan Sampah (kg/hari)
16	Tandes	87.511	54,25	54.253,15
17	Sambikerep	63.778	56,32	56.323,40
18	Lakarsantri	59.256	32,75	32.745,01
19	Wiyung	71.605	26,35	26.351,07
20	Dukuh Pakis	56.707	16,73	16.729,23
21	Wonokromo	144.650	120,98	120.982,85
22	Gubeng	123.961	106,82	106.815,62
23	Mulyorejo	86.545	55,48	55.482,19
24	Sukolilo	110.557	47,06	47.061,53
25	Rungkut	123.757	75,37	75.372,11
26	Gunung Anyar	62.482	24,28	24.281,92
27	Tenggilis Mejoyo	61.187	50,28	50.279,07
28	Wonocolo	75.315	38,95	38.950,30
29	Gayungan	41.289	20,99	20.994,90
30	Jambangan	50.470	35,46	35.460,05
31	Karangpilang	74.796	30,15	30.150,71
Total		2.874.314	1.583,41	1.583.414,30

Sumber: Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, 2022

4.2.2.2 Sektor Limbah Cair

Wilayah di Kota Surabaya hampir seluruhnya sudah mendapatkan akses sanitasi layak, yaitu fasilitas sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan seperti jamban, tangki septik, sewer, dan sistem pengolahan air limbah berupa IPLT. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya tahun 2021, sebanyak 961.733 keluarga di Kota Surabaya yang dihitung dalam perhitungan Gas Emisi Rumah Kaca tahun ini. Berikut tabel 4.6 merupakan data jumlah penduduk dengan akses sanitasi layak di Kota Surabaya Tahun 2021.

Tabel 4.6 Data Jumlah Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak di Kota Surabaya Tahun 2021

No	Kecamatan	Jumlah KK	Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak	
			Jumlah	Persentase (%)
1	Sukomanunggal	33.663	33.083	98,28%
2	Tandes	29.817	29.817	100%
3	Asemrowo	14.081	12.937	91,88%
4	Benowo	21.225	20.749	97,76%
5	Pakal	17.851	17.846	100%
6	Lakarsantri	19.264	19.264	100%
7	Sambikerep	20.707	20.707	100%
8	Genteng	20.202	19.701	97,52%
9	Tegalsari	33.347	33.143	99,39%

No	Kecamatan	Jumlah KK	Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak	
			Jumlah	Persentase (%)
10	Bubutan	33.171	32.905	99,20%
11	Simokerto	31.581	30.789	97,49%
12	Pabean Cantikan	25.097	24.316	96,89%
13	Semampir	56.124	54.733	97,52%
14	Krembangan	37.436	36.529	97,58%
15	Bulak	14.246	14.174	99,49%
16	Kenjeran	52.056	51.901	100%
17	Tambaksari	74.636	73.775	98,85%
18	Gubeng	46.206	45.943	99,43%
19	Rungkut	37.432	37.181	99,33%
20	Tenggilis Mejoyo	19.065	19.021	100%
21	Gunung Anyar	18.825	18.763	100%
22	Sukolilo	35.706	35.469	99,34%
23	Mulyorejo	28.335	28.249	100%
24	Sawahan	65.777	65.332	99,32%
25	Wonokromo	52.502	51.818	98,70%
26	Karangpilang	23.981	23.860	100%
27	Dukuh Pakis	19.560	19.560	100%
28	Wiyung	23.224	23.224	100%
29	Gayungan	14.347	14.347	100%
30	Wonocolo	25.513	25.371	99,44%
31	Jambangan	16.756	16.756	100%
Jumlah		961.733	951.263	

Sumber: Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2022

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

Kota Surabaya memiliki rumah potong hewan serta masih memiliki beberapa pemeliharaan hewan ternak, sehingga dapat dihitung emisi gas rumah kaca dari peternakan. Emisi gas rumah kaca dapat dihitung dengan data jumlah hewan yang dipotong di Rumah Potong Hewan Kota Surabaya dan jumlah hewan ternak yang ada di Kota Surabaya. Berikut merupakan data yang diperlukan untuk menghitung emisi dari sub sektor peternakan.

Tabel 4.7 Jumlah Hewan yang Dipotong di Kota Surabaya Tahun 2021

No	Jenis Hewan	Jumlah Hewan yang Dipotong (ekor/tahun)
1	Sapi	46.022
2	Kambing	7.608
3	Babi	33.964

Sumber: Rumah Potong Hewan Kota Surabaya, 2022

Tabel 4.8 Data Populasi Hewan Ternak di Kota Surabaya Tahun 2021

No	Jenis Hewan	Jumlah Hewan (ekor)
1	Sapi Potong	113
2	Sapi Perah	258
3	Kerbau	31
4	Kuda	11
5	Kambing	900
6	Domba	119
7	Kelinci	60
8	Ayam Buras	13.001
9	Ayam Petelur	500
10	Itik	2.172
11	Burung Dara	0

Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2022

Di Kota Surabaya dari sektor pertaniannya mengalami pergeseran yang cepat. Itu disebabkan karena ahli fungsi tanah yang dari sebelumnya untuk lahan pertanian menjadi lahan perumahan. Berikut merupakan data luas lahan pertanian di Kota Surabaya pada tahun 2021.

Tabel 4.9 Luas Lahan Pertanian Sawah Menurut Sistem Pengairan Kota Surabaya Tahun 2021

No	Kecamatan	Pengairan	
		Irigasi (ha)	Tadah Hujan (ha)
1	Sukomanunggal	0	0
2	Tandes	0	4,1
3	Asemrowo	0	0
4	Benowo	0	92,5
5	Pakal	0	216,3
6	Lakarsantri	0	275,2
7	Sambikerep	0	304,8
8	Genteng	0	0
9	Tegalsari	0	0
10	Bubutan	0	0
11	Simokerto	0	0
12	Pabean Cantikan	0	0
13	Semampir	0	0
14	Krembangan	0	0
15	Bulak	0	107
16	Kenjeran	0	0
17	Tambaksari	0	0
18	Gubeng	0	0

No	Kecamatan	Pengairan	
		Irigasi (ha)	Tadah Hujan (ha)
19	Rungkut	0	6
20	Tenggilis	0	0
21	Gunung Anyar	0	0
22	Sukolilo	0	75
23	Mulyorejo	0	0
24	Sawahan	0	0
25	Wonokromo	0	0
26	Karang Pilang	0	44
27	Dukuh Pakis	0	0
28	Wiyung	0	44
29	Gayungan	0	7,2
30	Wonocolo	0	2,5
31	Jambangan	0	1
Total		0	1.179,6

Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2022

Diperlukan juga data konsumsi pupuk beserta jenisnya untuk menghitung nilai emisi gas rumah kaca dari pertanian. Berikut merupakan data konsumsi pupuk di Kota Surabaya tahun 2021.

Tabel 4.10 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk di Kota Surabaya Tahun 2021

No	Nama Pupuk	Konsumsi Pupuk Subsidi (ton)	Konsumsi Pupuk Bantuan Dinas (ton)	Total (ton)
1	Urea	662,35	4,9	667,25
2	Sp36	115,9	4,15	120,05
3	ZA	103,7	1,45	105,15
4	NPK	229,95	0	229,95
5	Organik	0	3,25	3,25
6	NPK Plus	0	3,325	3,325
7	KCL	0	0,75	0,75

Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2022

4.2.4 Sektor IPPU (Industrial Process and Product Uses)

Kota Surabaya memiliki 2 kategori untuk kawasan Perindustrian yaitu:

1. Kawasan Industri (komplek industri), dimana kawasan ini tersebar di beberapa wilayah yaitu:
   a) Surabaya Utara, industri perkapalan (PT PAL) yang terletak di Kawasan Pelabuhan;
   b) Surabaya Timur, PT SIER yang terletak di Kecamatan Rungkut, Tenggilis Mejoyo, dan Karangpilang;

c) Surabaya Selatan, kompleks industri Warugunung yang terletak di Kecamatan Karangpilang;
d) Surabaya Barat, kompleks industri Margomulyo yang terletak di Kecamatan Tandes.

2. Industri Non Kawasan, yang merupakan industri individu dan sentra individu berupa industri kecil yang dikembangkan di wilayah permukiman dan sentra industri pinggiran kota. Industri tersebut seperti industri pangan dan sandang, mebel kayu, rotan, barang-barang elektronik, serta barang yang meliputi nilai seni.

Berikut merupakan data dari beberapa industri di Surabaya yang akan digunakan untuk menghitung emisi gas rumah kaca dari sektor IPPU.

Tabel 4.11 Data Bahan Baku dan Produk untuk Perhitungan Emisi GRK Sektor IPPU tahun 2021

No	Nama Perusahaan	Bahan / Produk	Kategori	Total Bahan / Produk	Satuan
1	PT Platinum Ceramic Industry	Keramik	Produk	12.924.587	m^2/tahun
2	PT Karet Ngagel Surabaya	Conveyor Belt dan Rubber Article	Produk	808	ton/tahun
3	PT Gunawan Dianjaya Steel	Plate Baja	Produk	130.788	ton/tahun

Sumber: PT Platinum Ceramic Industry, PT Karet Ngagel Surabaya, PT Gunawan Dianjaya Steel, 2022

Berdasarkan tabel di atas pada tahun 2021, PT Platinum Ceramic Industry menghasilkan keramik sebesar 12.924.587 m^2/tahun. PT Karet Ngagel Surabaya menghasilkan *conveyor belt* dan *rubber article* sebesar 808 ton/tahun. Sedangkan PT Gunawan Dianjaya Steel menghasilkan *plate* baja 130.788 ton/tahun.

BAB 5
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

BAB 5
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Energi

5.1.1 Emisi dari Penggunaan Listrik

Besarnya nilai emisi GRK dari hasil penggunaan listrik tergantung dari jumlah listrik yang digunakan. Listrik di Kota Surabaya digunakan untuk kegiatan sosial, rumah tangga, bisnis, industri, gedung pemerintahan dan layanan khusus. 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 adalah 0,001183 ton CO_2/kWh sesuai dengan penelitian yang dibuat oleh Wingas tahun 2019. Contoh perhitungannya sebagai berikut:

Sektor = Sosial

Emisi CO_2 = Penggunaan energi listrik (kWh/tahun) x faktor emisi (ton CO_2/kWh)

= 332.047.039 kWh/tahun x 0,001183 ton CO_2/kWh

= 392.811,65 ton CO_2/tahun

Hasil perhitungan emisi dari penggunaan listrik selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Emisi dari Penggunaan Listrik

A	B	C	D	E
No	Sektor	Penggunaan Energi Listrik (kWh/tahun)[1]	Faktor Emisi (ton CO_2/kWh)[2]	Emisi (ton CO_2/tahun)[3]
				C x D
1	Sosial	332.047.039	0,001183	392.811,65
2	Rumah Tangga	2.445.981.158		2.893.595,71
3	Bisnis	1.744.159.683		2.063.340,90
4	Industri	1.205.625.705		1.426.255,21
5	Pemerintah	228.233.001		269.999,64
6	Layanan Khusus	9.581.399		11.334,80
Total		5.965.627.985		7.057.337,91

Sumber:

[1]PT PLN, 2021

[2]Wingas, 2019

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari penggunaan listrik adalah sebesar 7.057.337,91 ton CO_2/tahun atau 7.057,34 Gg CO_2/tahun.

5.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

Besarnya nilai emisi GRK dari hasil pembakaran bahan bakar tergantung dari jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan. Menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012, persamaan umum untuk menghitung estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut.

Konsumsi Energi (TJ/tahun) = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)

Emisi GRK (kg GRK/tahun) = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg GRK/TJ)

5.1.2.1 Bahan Bakar Batu Bara

Nilai kalor yang digunakan untuk bahan bakar batu bara berasal dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012, sedangkan untuk faktor emisi yang digunakan berasal dari IPCC GL tahun 2006, tepatnya pada volume 2 sektor energi. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi dari penggunaan bahan bakar batu bara.

Perusahaan = PT Suparma

Konsumsi Energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)
= 159.273,69 ton/tahun x 0,0189 TJ/ton
= 3.010,27 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)
= 3.010,27 TJ/tahun x 98.300 kg CO_2/TJ x 10^{-6}
= 295,91 Gg CO_2/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)
= 3.010,27 TJ/tahun x 10 kg CH_4/TJ x 10^{-6}
= 0,03010 Gg CH_4/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)
= 3.010,27 TJ/tahun x 1,5 kg N_2O/TJ x 10^{-6}
= 0,005717 Gg N_2O/tahun

5.1.2.2 Bahan Bakar Kayu Bakar

Nilai kalor yang digunakan untuk bahan bakar kayu bakar berasal dari Modul Pelatihan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Penghitungan Baseline Bidang Energi, Transportasi, dan Industri. Sedangkan untuk faktor emisi yang digunakan berasal dari IPCC GL tahun 2006, tepatnya pada volume

2 sektor energi. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi dari penggunaan bahan bakar kayu bakar.

Perusahaan = PT Karet Ngagel Jaya

Konsumsi Energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)
= 868.000 kg/tahun x 0,000015 TJ/kg
= 13,02 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)
= 13,02 TJ/tahun x 112.000 kg CO_2/TJ x 10^{-6}
= 1,46 Gg CO_2/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)
= 13,02 TJ/tahun x 30 kg CH_4/TJ x 10^{-6}
= 0,00039 Gg CH_4/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)
= 13,02 TJ/tahun x 4 kg N_2O/TJ x 10^{-6}
= 0,000052 Gg N_2O/tahun

5.1.2.3 Bahan Bakar LPG

Nilai kalor dan faktor emisi yang digunakan untuk bahan bakar LPG berasal dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012. Pada perhitungan pada bahan bakar LPG laporan Gas Emisi Rumah Kaca Tahun ini berberda dengan tahun kemarin, dimana tahun kemarin menggunakan data dari PT Pertamina LPG, sedangkan di tahun ini data didapat dari setiap industri yang sumber energi tidak bergeraknya bersumber dari LPG. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi dari penggunaan bahan bakar LPG.

Perusahaan = CV Jaya Wijaya

Konsumsi Energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)
= 4.800 kg/tahun x 0,0000473 TJ/kg
= 0,23 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)
= 0,23 TJ/tahun x 63.100 kg CO_2/TJ x 10^{-6}
= 0,01433 Gg CO_2/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)
= 0,23 TJ/tahun x 1 kg CH_4/TJ x 10^{-6}
= 0,000000227 Gg CH_4/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)
= 0,23 TJ/tahun x 0,1 kg N_2O/TJ x 10^{-6}
= 0,0000000227 Gg N_2O/tahun

5.1.2.4 Bahan Bakar Gas

Nilai kalor dan faktor emisi yang digunakan untuk bahan bakar Gas berasal dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi dari penggunaan bahan bakar Gas. Untuk sumber energy tidak bergerak tahun ini perhitungannya juga berbeda dengan tahun kemarin, dikarenakan untuk tahun ini menggunakan PT PGN sebagai sumber data. Dimana terdapat 3 sumber, yaitu dari sektor rumah tangga, pelanggan kecil (UMKM), serta komersial industri. Berikut merupakan contoh perhitungan pada sektor rumah tangga..

Perusahaan = PT PGN sektor rumah tangga
Konsumsi Energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)
= 8.205.280 m^3/tahun x 0,0000385 TJ/Nm^3
= 315,90 TJ/tahun
Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)
= 315,90 TJ/tahun x 56.100 kg CO_2/TJ x 10^{-6}
= 17,72 Gg CO_2/tahun
Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)
= 315,90 TJ/tahun x 1 kg CH_4/TJ x 10^{-6}
= 0,000316 Gg CH_4/tahun
Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)
= 315,90 TJ/tahun x 0,1 kg N_2O/TJ x 10^{-6}
= 0,0000316 Gg N_2O/tahun

5.1.2.5 Bahan Bakar Solar

Nilai kalor dan faktor emisi yang digunakan untuk bahan bakar Solar berasal dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi dari penggunaan bahan bakar Solar.

Perusahaan = CV Jaya Wijaya
Konsumsi Energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)
= 9.000 liter/tahun x 0,000036 TJ/liter

= 0,324 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)

= 0,324 TJ/tahun x 74.100 kg CO_2/TJ x 10^{-6}

= 0,024 Gg CO_2/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)

= 0,324 TJ/tahun x 3 kg CH_4/TJ x 10^{-6}

= 0,000000972 Gg CH_4/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)

= 0,324 TJ/tahun x 0,6 kg N_2O/TJ x 10^{-6}

= 0,0000001944 Gg N_2O/tahun

Hasil perhitungan emisi dari pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Emisi dari Penggunaan Batu Bara pada Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Konsumsi Batubara (ton/tahun)	Nilai Kalor (TJ/ton)	Konsumsi Energi (TJ/tahun)	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)			Emisi GRK (Gg GRK/tahun)		
					CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	PT Hasil Abadi Perdana	6.392,8	0,0189	120,82	98300	10	1,5	11,88	0,00121	0,000181
2	PT Karet Ngagel Jaya	827		15,63	98300	10	1,5	1,54	0,00016	0,000023
3	PT Salim Ivomas Pratama	18.210,11		344,17	98300	10	1,5	33,83	0,00344	0,000516
4	PT Smart Tbk	16.957		320,49	98300	10	1,5	31,50	0,00320	0,000481
5	PT Suparma	159.273,69		3.010,27	98300	10	1,5	295,91	0,03010	0,004515
Total				3.811,39				374,66	0,03811	0,005717

Sumber:

[1]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

[2]IPCC, 2006

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran batu bara adalah 374,66 Gg CO_2/tahun, 0,03811 Gg CH_4/tahun, dan 0,005717 Gg N_2O/tahun.

Tabel 5.3 Emisi dari Penggunaan Kayu Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Konsumsi Kayu Bakar (kg/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)[1]	Konsumsi Energi (TJ/tahun)[3]	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)[2]			Emisi GRK (Gg GRK/tahun)[3]		
					CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	PT Karet Ngagel Jaya	868.000	0,000015	13,02	112000	30	4	1,46	0,00039	0,000052

Sumber:

[1]Modul Pelatihan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Penghitungan Baseline Bidang Energi, Transportasi, dan Industri

[2]IPCC, 2006

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran kayu bakar adalah 1,46 Gg CO_2/tahun, 0,00039 Gg CH_4/tahun, dan 0,000052 Gg N_2O/tahun.

Tabel 5.5 Emisi dari Penggunaan LPG pada Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Konsumsi LPG (kg/tahun)	Nilai Kalor (TJ/kg)[1]	Konsumsi Energi (TJ/tahun)[2]	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)[1]			Emisi GRK (Gg GRK/tahun)[2]		
					CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	CV Jaya Wijaya	4.800	0,0000473	0,23	63100	1	0,1	0,01433	0,000000227	0,0000000227
2	PT Bimasada Jaya Persada	312		0,01	63100	1	0,1	0,00093	0,000000015	0,0000000015
3	PT Enos Bintang Selamat	11.520		0,54	63100	1	0,1	0,03438	0,000000545	0,0000000545
4	PT Mitrapak Eramandiri	63.700		3,01	63100	1	0,1	0,19012	0,000003013	0,0000003013
5	PT Remaja Prima Engineering	5.600		0,26	63100	1	0,1	0,01671	0,000000265	0,0000000265
Total				4,06				0,25648	0,000004065	0,0000004065

Sumber:

[1]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran LPG adalah 0,25648 Gg CO_2/tahun, 0,000004065 Gg CH_4/tahun, dan 0,0000004065 Gg N_2O/tahun.

Tabel 5.6 Emisi dari Penggunaan Gas pada Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Konsumsi Gas (m^3/tahun)[1]	Nilai Kalor (TJ/Nm^3)[2]	Konsumsi Energi (TJ/tahun)[3]	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)[2]			Emisi GRK (Gg GRK/tahun)[3]		
					CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	Rumah Tangga	8.205.280	0,0000385	315,90	56100	1	0,1	17,72	0,000316	0,0000316
2	Pelanggan Kecil (UMKM)	660.624		25,43	56100	1	0,1	1,43	0,000025	0,0000025
3	Komersial Industri	531.607.655		20.466,89	56100	1	0,1	1148,19	0,020467	0,0020467
Total				20.808,23				1167,34	0,0208	0,00208

Sumber:

[1]PT PGN, 2021

[2]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran Gas adalah 1.167,34 Gg CO_2/tahun, 0,0208 Gg CH_4/tahun, dan 0,00208 Gg N_2O/tahun.

Tabel 5.8 Emisi dari Penggunaan Solar pada Sumber Tidak Bergerak

No	Perusahaan	Konsumsi Solar (liter/tahun)	Nilai Kalor (TJ/liter)	Konsumsi Energi (TJ/tahun)	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)			Emisi GRK (Gg GRK/tahun)		
					CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	PT Bondi SM	25,7	0,000036	0,001	74100	3	0,6	0,0001	0,0000000028	0,0000000006
2	PT HM Sampoerna	351,19		0,013	74100	3	0,6	0,0009	0,0000000379	0,0000000076
3	PT Suparma	130.641,83		4,703	74100	3	0,6	0,3485	0,0000141093	0,0000028219
Total				4,717				0,3495	0,0000141500	0,0000028300

Sumber:

[1]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran Solar adalah 0,3495 Gg CO_2/tahun, 0,0000141500 Gg CH_4/tahun, dan 0,0000028300 Gg N_2O/tahun

Berikut merupakan perhitungan total emisi dari pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak:

Total Emisi CO_2 = Emisi CO_2 batu bara + emisi CO_2 kayu bakar + emisi CO_2 LPG + emisi CO_2 gas + emisi CO_2 solar

= 374,66 Gg CO_2/tahun + 1,46 Gg CO_2/tahun + 0,25648 Gg CO_2/tahun + 1.167,34 Gg CO_2/tahun + 0,3495 Gg CO_2/tahun

= 1.544,06 Gg CO_2/tahun

Total Emisi CH_4 = Emisi CH_4 batu bara + emisi CH_4 kayu bakar + emisi CH_4 LPG + emisi CH_4 gas + emisi CH_4 solar

= 0,03811 Gg CH_4/tahun + 0,00039 Gg CH_4/tahun + 0,000004065 Gg CH_4/tahun + 0,0208 Gg CH_4/tahun + 0,0000141500 Gg CH_4/tahun

= 0,0593 Gg CH_4/tahun

Total Emisi N_2O = Emisi CH_4 batu bara + emisi CH_4 kayu bakar + emisi CH_4 LPG + emisi CH_4 gas + emisi CH_4 solar

= 0,005717 Gg N_2O /tahun + 0,000052 Gg N_2O /tahun + 0,0000004065 Gg N_2O /tahun + 0,00208 Gg N_2O /tahun + 0,0000028300 Gg N_2O /tahun

= 0,0078 Gg N_2O /tahun

Total Emisi CH_4 dan emisi N_2O dikonversikan menjadi total emisi CO_2 dengan cara total emisi CH_4 dan emisi N_2O dikalikan dengan faktor konversinya.

Emisi CO_2 konversi dari total Emisi CH_4 = 0,0593 Gg CH_4/tahun x 25

= 1,48 Gg CO_2/tahun

Emisi CO_2 konversi dari total Emisi N_2O = 0,0078 Gg N_2O/tahun x 298

= 2,324 Gg CO_2/tahun

Jadi, total emisi CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak sebesar 1.547,864 Gg CO_2/tahun.

5.1.3 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

Emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi yang berasal dari kegiatan transportasi. Kegiatan transportasi tersebut meliputi transportasi darat (jalan raya, kereta api), transportasi air (sungai dan laut), dan transportasi udara (pesawat terbang). Selain itu, emisi GRK pada sumber bergerak juga dapat dihasilkan dari pengoperasian alat berat yang digunakan dalam industri. Menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional tahun 2012, persamaan umum untuk menghitung estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut.

Konsumsi Energi (TJ/tahun) = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor (TJ/satuan fisik)

Emisi GRK (kg GRK/tahun) = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg GRK/TJ)

Faktor emisi yang digunakan dari IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, tepatnya pada volume 2 sektor energi. Sedangkan nilai kalor bahan bakar Indonesia diperoleh dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Tahun 2012. Jenis bahan bakar juga berpengaruh terhadap besarnya nilai emisi dikarenakan nilai dari faktor emisi yang berbeda untuk setiap jenis bahan bakar.

Pada sektor ini, terdapat sedikit perbedaan data untuk pertamina distribusi, karena terdapat beberapa jenis bahan bakar dari pertamina distribusi yang dijadikan satu kelompok. Kelompok yang dimaksud adalah kelompok dex *series* dan kelompok perta *series.* Bahan bakar minyak yang masuk ke dalam kelompok dex *series* adalah dexlite dan pertamina dex, selanjutnya bahan bakar yang masuk kelompok perta *series,* yaitu pertalite, pertamax, dan pertamax turbo. Dexlite dan pertamina dex memiliki nilai kalor dan faktor emisi yang sama. Pertalite, pertamax, dan pertamax turbo juga memiliki nilai kalor dan faktor emisi yang sama. Oleh karena itu, meskipun datanya dijadikan satu tetap dapat dilakukan perhitungan emisi, karena bahan bakar yang masuk ke dalam masing-masing kelompok memiliki nilai kalor dan faktor emisi yang sama. Selain hal tersebut, data solar dari pertamina distribusi yang digunakan pada laporan ini diasumsikan untuk kegiatan sumber bergerak. Di bawah ini contoh perhitungan emisi dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak.

Perusahaan = Pertamina

Jenis bahan bakar = Solar

Konsumsi energi = Konsumsi bahan bakar (satuan fisik/tahun) x nilai kalor bahan bakar (TJ/satuan fisik)
= 175.063.805 liter/tahun x 0,000036 TJ/liter
= 6.302,30 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CO_2/TJ)
= 6.302,30 TJ/tahun x 74.100 kg CO_2/TJ x 10^{-6}
= 467 Gg CO_2/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg CH_4/TJ)
= 6.302,30 TJ/tahun x 3,9 kg CH_4/TJ x 10^{-6}
= 0,0246 Gg CH_4/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi energi (TJ/tahun) x Faktor emisi (kg N_2O/TJ)
= 6.302,30 TJ/tahun x 3,9 kg N_2O/TJ x 10^{-6}

= 0,0246 Gg N_2O/tahun

Hasil perhitungan emisi dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.11 Emisi dari Penggunaan Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

No	Perusahaan	Bahan bakar (liter)	Konsumsi bahan bakar (liter/tahun)	Nilai kalor (TJ/liter)[1]	Konsumsi Energi (TJ/tahun)[3]	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)[2]			Emisi (Gg GRK/tahun)[3]		
						CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	Pertamina distribusi	Solar	175.063.805	0,000036	6.302,30	74.100	3,9	3,9	467	0,0246	0,0246
		Perta Series (Pertalite, Pertamax)	462.860.180	0,000033	15.274,39	69.300	25	8	1.058,51	0,3819	0,1222
		Premium	5.112.000	0,000033	168,70	69.300	25	8	11,69	0,0042	0,0013
		Dex Series (Dexlite, Pertamina Dex)	19.050.000	0,000036	685,80	74.100	3,9	3,9	50,82	0,0027	0,0027
Total									1.588,02	0,41	0,15

Sumber:

[1]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

[2]IPCC, 2006

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah 1.588,02 Gg CO_2/tahun, 0,41 Gg CH_4/tahun, dan 0,15 Gg N_2O/tahun

Total Emisi CH_4 dan emisi N_2O dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dikonversikan menjadi total emisi CO_2 dengan cara total emisi CH_4 dan emisi N_2O dikalikan dengan faktor konversinya.

Emisi CO_2 konversi dari total Emisi CH_4 = 0,41 Gg CH_4/tahun x 25
= 10,33 Gg CO_2/tahun

Emisi CO_2 konversi dari total Emisi N_2O = 0,15 Gg N_2O/tahun x 298
= 44,94 Gg CO_2/tahun

Jadi, total emisi CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah sebesar 1.643,29 Gg CO_2/tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan emisi dari sektor energi, maka total emisi yang dihasilkan dari sektor energi baik dari penggunaan listrik, pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak dan pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.12 Total Emisi Sektor Energi

No	Sumber	Emisi (Gg CO_2/tahun)
1	Pemakaian energi listrik	7.057,34
2	Pembakaran bahan bakar dari sumber tidak bergerak	1.547,86
3	Pembakaran bahan bakar dari sumber bergerak	1.643,29
Total		10.248,49

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Dari tabel tersebut emisi yang dihasilkan dari sektor energi adalah sebesar 10.248,49 Gg CO_2/tahun. Setelah mengetahui total emisi yang dihasilkan dari sektor energi, dapat dibandingkan dengan emisi sektor energi tahun 2021. Berikut merupakan tabel perbandingan emisi sektor energi tahun 2021 dengan tahun 2022.

Tabel 5.13 Perbandingan Emisi Sektor Energi Tahun 2021 dan 2022

No	Sumber	Emisi GRK Tahun 2021[1] (Gg CO_2/tahun)	Emisi GRK Tahun 2022[2] (Gg CO_2/tahun)
1	Pemakaian energi listrik	10.106,29	7.057,34
2	Pembakaran bahan bakar dari sumber tidak bergerak	2.371,78	1.547,86
3	Pembakaran bahan bakar dari sumber bergerak	1.604,59	1.643,29
Total		14.082,66	10.248,49

Sumber: 343343434

[1]Laporan GRK, 2021

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa total emisi dari sektor energi tahun 2022 mengalami penurunan dari tahun 2021 sebanyak 3.834,17 Gg CO_2/tahun atau 27,23%

5.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah

5.2.1 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Padat

Untuk sektor limbah padat terdiri dari emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari limbah 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.

Nilai timbulan sampah yang masuk ke TPA sebesar 577,95 Gg/tahun. Langkah pertama dalam perhitungan emisi GRK sektor limbah padat adalah menghitung DOC (*Degradable Organic Carbon*) dengan menggunakan *worksheet* dari IPCC 2006 dan data yang dibutuhkan berupa jumlah timbulan sampah dan DOC. Nilai DOC menentukan besarnya gas CH_4 yang dapat terbentuk pada proses degradasi komponen organik/karbon yang ada pada limbah. Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan dari DOC.

Tabel 5.13 Perhitungan DOC

A	B	C	D	E	F	G
No	Jenis Sampah	Wi[1]	Kandungan Bahan Kering[2]	DOCi dalam Basis Berat Kering[2]	DOCi dalam Basis Berat Basah[3]	DOC[3]
					DxE	CxF
1	Sampah basah (sisa makanan dan kebun)	0,5292	0,4	0,49	0,2	0,1037
2	Kayu / produk kayu	0,0214	0,85	0,5	0,43	0,0091
3	Kulit	0,0181	0,84	0,47	0,39	0,0071
4	Karet	0,0073	0,84	0,47	0,39	0,0029
5	Plastik	0,1902	1			
6	Kertas / bahan kertas	0,1237	0,9	0,44	0,4	0,0490
7	Kain / tekstil	0,0170	0,8	0,3	0,24	0,0041
8	Kaca	0,0146	1			
9	Keramik	0,0081				
10	Logam	0,0194	1			
11	B3	0,0170	0,9			
Hasil Perhitungan DOC Sampah						0,1759

Sumber:

[1]Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, 2021

[2]IPCC, 2006

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Setelah mendapatkan nilai DOC (*Degradable Organic Carbon*), nilai emisi gas metana yang dihasilkan di Kota Surabaya dapat dihitung dengan bantuan *worksheet* IPCC 2006. Khusus untuk nilai *recovery* (pemulihan CH_4) di TPA sudah ada

penangkapan gas metan sehingga nilai gas metan yang dipulihkan/tidak terlepas di udara sebesar 0,0028 Gg CH_4. Pada perhitungan ini, data listrik yang dihasilkan didapatkan dari PT Sumber Organik. Berikut merupakan tabel data listrik dan tabel perhitungan *recovery* metana.

Tabel 5.14 Rekap Produksi Listrik Landfill Gas Power Plant TPA Benowo Surabaya Tahun 2021

No	Bulan	Actual Production (kWh)
1	Januari	560
2	Februari	478
3	Maret	456
4	April	741
5	Mei	701
6	Juni	572
7	Juli	396
8	Agustus	496
9	September	689
10	Oktober	223
11	November	275
12	Desember	409
Total Amount per Year		5.998
Average per Month		500
Average per Day		16

Sumber: PT Sumber Organik, 2021

Tabel 5.15 Rekap Gas yang Dikonversi ke Energi Listrik Landfill Gas Power Plant TPA Benowo Surabaya Tahun 2021

No	Bulan	Jumlah Gas yang Dikonversi ke Energi Listrik (Nm^3)
1	Januari	275
2	Februari	234
3	Maret	224
4	April	363
5	Mei	344
6	Juni	280
7	Juli	194
8	Agustus	243
9	September	338
10	Oktober	110
11	November	135
12	Desember	201
Total Amount per Year		2.940
Average per Month		245
Average per Day		8

Sumber: PT Sumber Organik, 2021

Tabel 5.16 Perhitungan Nilai *Recovery* CH_4

A	B	C	D	E	F
Listrik yang Dihasilkan (kWh/tahun)	Jumlah Gas yang Dikonversi ke Energi Listrik (Nm^3/tahun)	Gas Metana (m^3/tahun)	Densitas Gas Metana (kg/m^3)	Gas Metana (kg/tahun)	Gas Metana (Gg/tahun)
		(A/4,7)+B		CxD	Ex10^-6
5.998	2.940	4.216,17	0,656	2.765,81	0,0028

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Catatan: Densitas untuk gas metana adalah sebesar 0,656 kg/m^3, Nm^3 merupakan penggunaan gas pada suhu 25°C (dianggap sama dengan m^3), dan berdasarkan Panjaitan (2012) dapat diketahui bahwa energi 1 m^3 biogas setara dengan 4,7 kWh energi listrik

Setelah menghitung nilai DOC dan nilai *recovery* CH_4, selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan *worksheet* IPCC 2006, sebagaimana terdapat pada tabel setelah perhitungan. Berikut merupakan contoh perhitungannya:

Total sampah yang dibuang ke TPA = 216,73 Gg/tahun

Nilai DOC = 0,1759

Fraksi DOC = 0,5 (berdasarkan IPCC 2006)

Faktor koreksi metana = 0,5 (berdasarkan IPCC 2006 untuk *managed – semi aerobic*)

DDOCmd = Total sampah yang dibuang ke TPA x nilai DOC x fraksi DOC x faktor koreksi metana
= 577,95 Gg/tahun x 0,1759 x 0,5 x 0,5
= 25,41682 Gg

Fraksi CH_4 = 0,5 (berdasarkan IPCC 2006)

Rasio = 16/12 (berdasarkan IPCC 2006)
= 1,33

CH_4 yang dihasilkan = DDOCmd x fraksi CH_4 x rasio
= 25,41682 Gg x 0,5 x 1,33
= 16,94455 Gg

Recovery CH_4 = 0,0028 Gg

Faktor oksidasi = 0,1 (berdasarkan IPCC 2006 untuk *managed covered with CH_4 oxidising material*)

Emisi CH_4 = (CH_4 yang dihasilkan – *recovery* CH_4) x (1 – faktor oksidasi)
= (16,94455 Gg – 0,0028 Gg) x (1 – 0,1)
= 15,2476 Gg CH_4/tahun

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Emisi Gas Metana

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[2]	DOCf[1]	MCF[1]	DDOCmd[2] (Gg)	F[1]	Konversi dan Rasio[1] (16/12)	CH_4 yang Dihasilkan[2] (Gg)	R^2 (Gg)	Ox[1]	Emisi CH_4[2]
						CxDxExF			GxHxI			(J-K)*(1-L)
Dikelola - anaerob												
Dikelola - semi aerob	Kota Surabaya	577,95	0,1759	0,5	0,5	25,41682	0,5	1,33	16,94455	0,0028	0,1	15,2476
Tidak dikelola - kedalaman limbah >5 m dan atau lebih tinggi												

Sumber:

[1]IPCC,2006

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Pada tabel di atas, *sheet* kolom yang digunakan untuk perhitungan emisi GRK yang dibuang ke TPA adalah dikelola – semi aerob. TPA Benowo dalam operasionalnya dikelola sesuai dengan desain awalnya yaitu *sanitary landfill* yang harus dilakukan penutupan *layer* setiap hari. Emisi metana yang dihasilkan dari limbah padat adalah sebesar 15,2476 Gg CH_4/tahun. Untuk mengubahnya ke CO_2, maka nilai emisi CH_4 harus dikalikan faktor konversinya yaitu 25, sehingga besarnya nilai emisi limbah padat di TPA adalah sebesar 381,19 Gg CO_2/tahun.

Selain itu, untuk mengurangi timbulan sampah yang ada di TPA Benowo sejak tahun 2021 menggunakan metode *gasifikasi*. Salah satu metode potensial untuk pemanfaatan sampah organik, dimana tujuannya adalah untuk mengkonversi bahan bakar cair maupun padat menjadi *flammable gas* menggunakan suatu reaktor yang disebut *gasifier*. (Cahyono, 2019)

5.2.2 Analisis dan Pembahasan Sektor Limbah Cair

Emisi gas rumah kaca dalam perhitungannya pada subsektor air limbah menggunakan perhitungan rumus IPCC 2006. Langkah pertama untuk menghitung emisi gas rumah kaca sektor limbah cair yaitu dengan menghitung nilai TOW (*Total Organically Degradable Material in Wastewater)*. TOW adalah total material organik dalam limbah yang terurai didapatkan dari seluruh populasi penduduk Kota Surabaya.

Untuk emisi dari IPLT Kota Surabaya yang memiliki *oxidation ditch* yang tidak dihitung karena merupakan pengolahan air limbah biologis aerobik, dimana berdasarkan pedoman inventarisasi gas rumah kaca pada sektor limbah dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan disebutkan bahwa pada pengolahan aerobik tidak dihasilkan emisi gas rumah kaca namun menghasilkan lumpur/*sludge* yang perlu diolah melalui *anaerobic digestion, land disposal,* maupun insenerasi. Limbah cair yang tidak dikumpulkan namun diolah setempat, seperti *latrine* dan *septic tank* untuk limbah cari domestik merupakan sumber emisi gas rumah kaca yang tercakup dalam inventarisasi.

Berikut merupakan data jumlah penduduk Kota Surabaya yang terlayani oleh akses sanitasi yang layak.

Tabel 5.18 Jumlah Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak di Kota Surabaya Tahun 2021

No	Kecamatan	Jumlah KK	Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak	
			Jumlah	Persentase (%)
1	Sukomanunggal	33.663	33.083	98,28%
2	Tandes	29.817	29.817	100%
3	Asemrowo	14.081	12.937	91,88%
4	Benowo	21.225	20.749	97,76%
5	Pakal	17.851	17.846	100%
6	Lakarsantri	19.264	19.264	100%
7	Sambikerep	20.707	20.707	100%
8	Genteng	20.202	19.701	97,52%
9	Tegalsari	33.347	33.143	99,39%
10	Bubutan	33.171	32.905	99,20%
11	Simokerto	31.581	30.789	97,49%
12	Pabean Cantikan	25.097	24.316	96,89%
13	Semampir	56.124	54.733	97,52%
14	Krembangan	37.436	36.529	97,58%

No	Kecamatan	Jumlah KK	Penduduk dengan Akses Sanitasi Layak	
			Jumlah	Persentase (%)
15	Bulak	14.246	14.174	99,49%
16	Kenjeran	52.056	51.901	100%
17	Tambaksari	74.636	73.775	98,85%
18	Gubeng	46.206	45.943	99,43%
19	Rungkut	37.432	37.181	99,33%
20	Tenggilis Mejoyo	19.065	19.021	100%
21	Gunung Anyar	18.825	18.763	100%
22	Sukolilo	35.706	35.469	99,34%
23	Mulyorejo	28.335	28.249	100%
24	Sawahan	65.777	65.332	99,32%
25	Wonokromo	52.502	51.818	98,70%
26	Karangpilang	23.981	23.860	100%
27	Dukuh Pakis	19.560	19.560	100%
28	Wiyung	23.224	23.224	100%
29	Gayungan	14.347	14.347	100%
30	Wonocolo	25.513	25.371	99,44%
31	Jambangan	16.756	16.756	100%
Jumlah		961.733	951.263	

Sumber: Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2021

Dengan rata-rata keluarga = 3,24 (berdasarkan BPS Kota Surabaya, 2020)

Jumlah keluarga = 961.733

Jumlah penduduk Surabaya total = 961.733 keluarga x 3,24

= 3.116.015

Adapun nilai komponen organik yang dapat diurai dan faktor koreksi yang dibuang ke selokan untuk menghitung TOW didapatkan dari IPCC 2006. Sehingga didapatkan perhitungan TOW seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.19 Hasil Perhitungan TOW

A	B	C	D	E	F
Kota	P^2 (orang)	BOD^1 (g/orang/hari)	BOD^2 (kg BOD/tahun)	I^1	TOW^2 (kg BOD/tahun)
			Cx0,001x365		BxDxE
Surabaya	3.116.015	40	14,6	1	45.493.817,83

Sumber :

[1]IPCC, 2006

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai TOW sebesar 45.493.817,83 kg BOD/tahun. Kota Surabaya merupakan kota dengan grup *high income*, sehingga menggunakan fraksi populasi sebesar 0,12 sesuai dengan IPCC 2006. Proses

pengolahan limbah cairnya dilakukan dengan beberapa cara yaitu adanya *septic tank*, jamban (*latrine*), saluran (*sewer*), dan lainnya. Untuk derajat utilitas (T_{ij}) pada laporan tahun ini berdasarkan *expert judgement*, mengingat bahwa setiap kota beda kondisi. Derajat utilitas untuk *septic tank* sebesar 0,7, jamban sebesar 0,1, lainnya sebesar 0,05, selokan sebesar 0,05 dan *none* sebesar 0,1. Sedangkan untuk faktor emisi mengikuti pedoman inventarisasi gas rumah kaca sektor limbah dari Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk kota dengan pendapatan tinggi *(high income)*.

Tabel 5.20 Data Default (IPCC 2006 Guidelines) Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair Perkotaan Untuk Berbagai Kategori Masyarakat

Country	*Urbanization (U)*[1]			*Degree of Utilisation of Treatment or Discharge Pathway or Method for Each Income Group (Tij)*[3]														
	Fraction of Population			*Rural*					*Urban-High Income*					*Urban-Low Income*				
Asia	*Rural*	*Urban-High*[2]	*Urban-Low*[2]	*Septic Tank*	*Latrine*	*Other*	*Sewer*[4]	*None*	*Septic Tank*	*Latrine*	*Other*	*Sewer*[4]	*None*	*Septic Tank*	*Latrine*	*Other*	*Sewer*[4]	*None*
China	0,59	0,12	0,29	0,00	0,47	0,50	0,00	0,03	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	0,20	0	0,50	0,30	0	0	0	0,10	0,90	0	0,10	0	0	0,90	0

Notes :

1. *Urbanization projections for 2005* (United Nations, 2002).
2. *Suggested urban-high income and urban-low income division. Countries are encouraged to use their own data or best judgement.*
3. Tij *values based on expert judgement* (Doorn and Liles, 1999).
4. *Sewers may be open or closed, which will govern the choice of MCF.*
5. Destatis, 2001

Note : These values are from the literature or based on expert judgement. Please use national values, if available.

Sumber : IPCC,2006

Tabel 5.21 Fraksi Penggunaan Tipe Pengolahan Limbah Cair di Kota Surabaya

Income Group	*Type of Treatment or Discharge Pathway*	*Fraction of Population Income Group* (Ui)	*Degree of Utilization* (Tij)	*Emission Factor* (EFj)
Urban high income	*Septic Tank*	0,12	0,88	0,30
	Latrine	0,12	0,03	0,06
	Other	0,12	0,05	0,06
	Sewer	0,12	0,04	0,06
	None	0,12	0	0

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup – Pengelolaan Limbah, 2012

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Emisi GRK dari Limbah Cair Domestik

A	B	C	D	E	F	G	H
Kelompok Pendapatan	Jenis Perlakuan	Ui[1]	Tij[2]	Efj[3]	TOW[4] (kg BOD/tahun)	Emisi Metana[4] (kg CH_4/tahun)	Emisi Metana[4] (Gg CH_4/tahun)
						CxDxExF	Gx10^-6
Perkotaan dengan penghasilan yang tinggi	*Septic Tank*	0,12	0,7	0,3	45.493.817,83	1.146.444,21	1,1464
	Jamban (*Latrine*)	0,12	0,1	0,06	45.493.817,83	32.755,55	0,0328
	Lainnya (*Other*)	0,12	0,05	0,06	45.493.817,83	16.377,77	0,0164
	Saluran (*Sewer*)	0,12	0,05	0,06	45.493.817,83	16.377,77	0,0164
	Tidak ada (*None*)	0,12	0,1	0	45.493.817,83	0	0
Total						1.211.955,31	1,2120

Sumber: [1]IPCC, 2006

[2]*Expert Judgement*, 2022

[3]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 4 – Pengelolaan Limbah, 2012

[4]Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil perhitungan diperoleh emisi CH_4 untuk limbah cair Kota Surabaya sebesar 1,2120 Gg CH_4/tahun. Untuk mengubahnya menjadi Gg CO_2, maka nilai emisi CH_4 harus dikalikan dengan faktor konversinya yaitu 25, sehingga besarnya nilai emisi limbah cair adalah sebesar 1,2120 x 25 = 30,30 Gg CO_2/tahun.

Setelah didapatkan hasil perhitungan emisi GRK limbah padat dan limbah cair, selanjutnya dapat diketahui total emisi GRK pada sektor limbah di Kota Surabaya dengan menjumlahkan kedua hasil tersebut sebagai berikut:

Tabel 5.23 Total Emisi CO_2 Sektor Limbah Padat

No	Sumber Emisi	Emisi CO_2 (Gg CO_2/tahun)
1	Emisi GRK limbah padat	381,19
2	Emisi GRK limbah cair	30,30
Total		411,49

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Dari tabel tersebut emisi yang dihasilkan dari sektor limbah adalah sebesar 411,49 Gg CO_2/tahun. Setelah mengetahui total emisi yang dihasilkan dari sektor limbah, dapat dibandingkan dengan emisi sektor limbah tahun 2021. Berikut merupakan tabel perbandingan emisi sektor limbah tahun 2021 dengan tahun 2022.

Tabel 5.24 Perbandingan Emisi Sektor Limbah Tahun 2021 dan 2022

No	Sumber Emisi	Emisi GRK Tahun 2021[1] (Gg CO_2/tahun)	Emisi GRK Tahun 2022[2] (Gg CO_2/tahun)
1	Emisi GRK limbah padat	343,27	381,19
2	Emisi GRK limbah cair	36,23	30,30
Total		379,51	411,49

Sumber:

[1]Laporan GRK, 2021

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa emisi dari sektor limbah tahun 2022 mengalami kenaikan dari tahun 2021 yaitu sebanyak 31,98 Gg Co_2/tahun atau setara dengan 8,43 %, kenaikan ini disebabkan karena pada perhitungan diatas tidak dihitung emisi limbah padat menggunakan proses *gasifikasi*.

5.3 Analisis dan Pembahasan Sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Other Land Use*)

5.3.1 Sub Sektor Peternakan

5.3.1.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah gas metana yang menjadi produk sampingan hewan memamah biak (herbivora) dari suatu proses pemecahan karbohidrat oleh mikroorganisme, dimana karbohidrat dari hasil pencernaan dipecah kemudian diserap ke dalam aliran darah. Data jumlah hewan tahun 2021 diperoleh dari Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Surabaya. Berikut merupakan contoh perhitungannya:

Potensi emisi gas metana dari sapi

$= EF_{(T)} \times N_{(T)} \times 10^{-6}$

$= 47$ kg/ekor/tahun $\times$ 46.022 ekor $\times 10^{-6}$

$= 2.163.034$ Gg CH_4/tahun

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.25 Potensi Gas Metana dari Fermentasi Enterik

		B	C	D	E
No	Jenis Hewan	Jumlah Hewan yang Dipotong[1] (ekor/tahun)	Faktor Emisi[2] (kg/ekor/tahun)	Potensi Gas Metana[3] (kg CH4/tahun)	Potensi Gas Metana[3] (Gg CH4/tahun)
				B x C	D x 10^{-6}
1	Sapi	46.022	47	2.163.034	2,1630
2	Kambing	7.608	5	38.040	0,0380
3	Babi	33.964	1	33.964	0,0340
Total					2,2350

Sumber:

[1]Rumah Potong Hewan Kota Surabaya, 2021

[2] Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya), 2012

[3]Hasil Perhitungan, 2022

Dari perhitungan tersebut potensi gas metana yang dihasilkan oleh Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Surabaya sebesar 2,2350 Gg CH_4/tahun. Untuk mengetahui besar emisi dalam bentuk Gg CO_2/tahun, maka 2,2350 Gg CH_4/tahun dikalikan dengan faktor konversi yaitu 25. Dengan begitu emisi dari fermentasi enterik adalah 55,8760 Gg CO_2/tahun.

5.3.1.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pengelolaan Ternak

Data populasi ternak yang diperoleh dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya diolah menggunakan rumus pengelolaan ternak.

Rumus pengelolaan ternak ini dipakai karena masih ditemukan beberapa pemeliharaan hewan ternak di wilayah Kota Surabaya, sehingga berpotensi menghasilkan gas metana. Dalam perhitungan ini, digunakan data hewan ternak pada tahun 2021. Berikut merupakan contoh perhitungannya:

Potensi emisi gas metana dari sapi potong

$= EF_{(T)} \times N_{(T)} \times 10^{-6}$

$= 1$ kg/ekor/tahun x 113 ekor x 10^{-6}

$= 0{,}0001130$ Gg CH_4/tahun

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.26 Potensi Gas Metana dari Pengelolaan Ternak

		B	C	D	E
No	Jenis Hewan	Jumlah Hewan[1] (ekor)	Faktor Emisi[2] (kg/ekor/tahun)	Potensi Gas Metana[4] (kg CH4/tahun)	Potensi Gas Metana[4] (Gg CH4/tahun)
				B x C	D x 10^{-6}
1	Sapi Potong	113	1	113	0,0001130
2	Sapi Perah	258	31	7998	0,00800
3	Kerbau	31	2	62	0,0000620
4	Kuda	11	2,19	24,09	0,000024
5	Kambing	900	0,22	198	0,000198
6	Domba	119	0,20	23,8	0,0000238
7	Kelinci	60	(0,08)[3]	4,8	0,00000480
8	Ayam Buras	13.001	0,02	260,02	0,000260
9	Ayam Petelur	500	0,02	10	0,0000100
10	Itik	2.172	(0,02)[3]	43,44	0,0000434
11	Burung Dara	0	(0,02)[3]	0	0,000000
Total					0,00874

Sumber:

[1]Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2021

[2]Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya), 2012

[3]IPCC, 2006

[4]Hasil Perhitungan, 2022

Data hasil perhitungan, didapatkan potensi gas metana sebesar 0,00874 Gg CH_4/tahun. Untuk mengetahui besar emisi dalam bentuk Gg CO_2/tahun, maka 0,00874 Gg CH_4/tahun dikalikan dengan faktor konversi yaitu 25. Dengan begitu emisi dari pengelolaan ternak adalah 0,2184 Gg CO_2/tahun.

5.3.2 Sub Sektor Pertanian

5.3.2.1 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Budidaya Tanaman Padi

Data Aktivitas:

- Sistem pengairan tadah hujan
- Luas panen padi sawah dalam 1 tahun (A) = 1.179,6 ha

  Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2021

Menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya) tahun 2012, berikut merupakan data yang digunakan untuk menghitung emisi dari budidaya tanaman padi:

- Jumlah pupuk kandang yang digunakan (ROA) = 2 ton/ha
- *Conversion factor for different types of organic amendment* (CFOA) = 0,14 (pupuk kandang)
- EF padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik (EFc) = 1,30 kg CH_4/ha/hari
- Faktor skala lahan sawah irigasi intermitten (SFw) = 0,49
- Faktor skala untuk jenis tanah oksisols (SFs) = 0,29
- Faktor skala rejim air sebelum periode budidaya (SFp) tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman <30 hari
- Faktor skala varietas padi Ciherang (SFr) = 0,57
- Lama budidaya padi dalam 1 tahun (t) = 200 hari

Berikut merupakan perhitungan emisi dari budidaya tanaman padi:

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang

  SFo $= (1 + ROA \times CFOA)^{0,59}$

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

  $= 1,1568$
- Menghitung faktor emisi harian

  EFi $= (EFc \times SFw \times SFo \times SFs \times SFr)$

  $= (1,30 \times 0,49 \times 1,1568 \times 0,29 \times 0,57)$

  $= 0,1218$ kg CH_4/ha/hari
- Menghitung emisi metana dari lahan sawah

  CH_4 *rice* $= EFi \times t \times A \times 10^{-6}$

  $= 0,1218$ kg CH_4/ha/hari $\times$ 200 hari $\times$ 1.179,6 ha $\times 10^{-6}$

  $= 0,0287$ Gg CH_4/tahun

  $= 0,0287$ Gg CH_4/tahun $\times$ 25

  $= 0,7184$ Gg CO_2/tahun

5.3.2.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea

Lepasnya CO_2 yang diikat selama proses pembuatan pupuk disebabkan karena penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian. Urea ($CO(NH_2)_2$)

diubah menjadi amonium (NH_4^+), ion hidroksil (OH^-), dan bikarbonat (HCO_3^-) dengan bantuan enzim urease. Bikarbonat yang terbentuk kemudian berkembang menjadi CO_2 dan air. Berikut merupakan data jumlah konsumsi dan jenis pupuk dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya tahun 2021.

Tabel 5.27 Jumlah Konsumsi dan Jenis Pupuk

No	Nama Pupuk	Konsumsi Pupuk Subsidi (ton)	Konsumsi Pupuk Bantuan Dinas (ton)	Total (ton)
1	Urea	662,35	4,9	667,25
2	Sp36	115,9	4,15	120,05
3	ZA	103,7	1,45	105,15
4	NPK	229,95	0	229,95
5	Organik	0	3,25	3,25
6	NPK Plus	0	3,325	3,325
7	KCL	0	0,75	0,75
8	Organik Granul	0	0	0

Sumber: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya, 2021

Berikut merupakan perhitungan untuk mendapatkan emisi CO_2 dari pupuk urea:

CO_2 *emission* = M urea x EF urea
= 667,25 ton x 0,20
= 133,45 ton CO_2/tahun
= 0,1335 CO_2/tahun

Setelah didapatkan hasil perhitungan emisi GRK dari sub sektor peternakan dan sub sektor pertanian, kemudian dapat dihitung total emisi GRK pada sektor AFOLU di Kota Surabaya sebagai berikut:

- Emisi GRK sub sektor peternakan

  Fermentasi enterik = 55,8760 Gg CO_2/tahun

  Pengelolaan ternak = 0,2184 Gg CO_2/tahun

  Total emisi GRK sub sektor peternakan

  = 55,8760 Gg CO_2/tahun + 0,2184 Gg CO_2/tahun

  = 56,0944 Gg CO_2/tahun

- Emisi GRK sub sektor pertanian

  Budidaya tanaman padi = 0,7184 Gg CO_2/tahun

  Penggunaan pupuk urea = 0,1335 Gg CO_2/tahun

  Total emisi GRK sub sektor pertanian

  = 0,7184 Gg CO_2/tahun + 0,1335 Gg CO_2/tahun

= 0,8519 Gg CO_2/tahun

- Total emisi GRK sektor AFOLU

  = Total emisi GRK sub sektor peternakan + sub sektor pertanian

  = 56,0944 Gg CO_2/tahun + 0,8519 Gg CO_2/tahun

  = 56,9462 Gg CO_2/tahun

Berikut merupakan tabel perbandingan emisi sektor AFOLU tahun 2022 dengan tahun 2021.

Tabel 5.28 Perbandingan Emisi Sektor AFOLU tahun 2021 dengan tahun 2022

Sub Sektor	Emisi Tahun 2021[1] (Gg CO2/tahun)	Emisi Tahun 2022[2] (Gg CO2/tahun)	Keterangan
Emisi GRK sub sektor peternakan			
Fermentasi enterik	54,5119	55,8760	Naik karena kenaikan jumlah sapi yang dipotong, dimana memiliki faktor emisi paling besar
Pengelolaan ternak	0,1906	0,2184	Naik karena kenaikan jumlah sapi potong, sapi perah, kuda, kambing, domba, kelinci, ayam buras, ayam petelur dan itik
Emisi GRK sub sektor pertanian			
Budidaya tanaman padi	0,7090	0,7184	Naik karena kenaikan luas lahan pertanian sawah
Penggunaan pupuk urea	0,1219	0,1335	Naik karena kenaikan jumlah konsumsi pupuk urea
Total emisi sektor AFOLU	55,5334	56,9462	Terjadi kenaikan nilai emisi GRK sektor AFOLU

Sumber:

[1]Laporan GRK, 2021

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Dari perbandingan pada tabel diatas dapat dilihat untuk sektor AFOLU antara tahun 2021 dan 2022 dengan data dan persamaan perhitungan yang sama, sektor AFOLU mengalami kenaikan.

5.4 Analisis dan Pembahasan Sektor IPPU

5.4.1 Industri Produsen Keramik

PT Platinum Ceramic Industry termasuk dalam sektor industri mineral dan dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca. Emisi tersebut berasal dari kalsinasi karbonat di tanah liat serta penambahan aditif. Karbonat dipanaskan sampai suhu tinggi dalam kiln dan menghasilkan oksida dan CO_2. Berikut merupakan perhitungan emisi dari produksi keramik.

Perhitungan emisi dari proses produksi keramik

1) Menghitung volume total keramik

Volume keramik = Luas keramik x Tinggi asumsi keramik
= 12.924.587 m^2/tahun x 0,01 m
= 129.246 m^3/tahun

2) Menghitung berat total keramik

Berat total keramik = Volume keramik x Massa jenis keramik
= 129.246 m^3/tahun x 1.702 kg/m^3
= 219.976.471 kg/tahun
= 219.976 ton/tahun

3) Emisi CO2 = 10% x Berat total keramik x (0,85 EF_{ls} + 0,15 EF_d)
= 10% x 219.976 ton/tahun x (0,85 x (0,43971 ton CO_2/ton karbonat) + 0,15 x (0,47732 ton CO_2/ton karbonat))
= 9.796,69 ton CO_2/tahun
= 9,80 Gg CO_2/tahun

Jadi, emisi CO_2 yang dihasilkan oleh industri keramik sebesar 9,80 Gg CO_2/tahun.

5.4.2 Industri Produsen *Conveyor Belt* dan *Rubber Article*

PT Karet Ngagel Surabaya merupakan perusahaan yang memproduksi *conveyor belt* dan *rubber article*. Untuk perhitungan emisi dari produksi *conveyor belt* dan *rubber article* digunakan faktor emisi dari jurnal Jawit dkk, 2010. Berikut merupakan perhitungan emisi dari produksi *conveyor belt* dan *rubber article*.

Emisi CO_2 = Total produk (ton/tahun) x Faktor emisi CO_2
= 808 ton/tahun x 13 ton CO_2/ton produk x 10^{-3}
= 10,50 Gg CO_2/tahun

Jadi, emisi CO_2 yang dihasilkan oleh industri *conveyor belt* dan *rubber article* sebesar 10,50 Gg CO_2/tahun.

5.4.3 Industri Produsen *Plate* Baja

PT Gunawan Dianjaya Steel merupakan perusahaan yang memproduksi *plate* baja. Untuk perhitungan emisi dari produksi *plate* baja mengikuti *paper Worldsteel Association*. Berikut merupakan perhitungan emisi dari produksi baja ringan.

Emisi CO_2 = Total produk (ton/tahun) x Faktor emisi CO_2
= 130.788 ton/tahun x 1,85 ton CO_2/ton baja x 10^{-3}
= 241,96 Gg CO_2/tahun

Jadi, emisi CO_2 yang dihasilkan oleh industri baja ringan sebesar 241,96 Gg CO_2/tahun.

Setelah menghitung semua sektor IPPU, dapat dihitung total emisi GRK pada sektor IPPU di Kota Surabaya. Berikut merupakan tabel total emisi GRK pada sektor IPPU.

Tabel 5.29 Hasil Perhitungan Emisi CO_2 dari Sektor IPPU

No	Nama Perusahaan	Bahan / Produk	Total Bahan / Produk	Satuan	Emisi CO_2 (Gg CO_2/tahun)
1	PT Platinum Ceramic Industry	Keramik	12.924.587	m²/tahun	9,80
2	PT Karet Ngagel Surabaya	*Conveyor Belt* dan *Rubber Article*	808	ton/tahun	10,50
3	PT Gunawan Dianjaya Steel	*Plate* Baja	130.788	ton/tahun	241,96
Total					262,26

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Berdasarkan tabel diatas total emisi CO_2 dari sektor IPPU adalah 262,26 Gg CO_2/tahun. Kemudian dapat dibandingkan dengan emisi sektor IPPU tahun 2021, berikut merupakan tabel perbandingan emisi sektor IPPU tahun 2021 dengan tahun 2022.

Tabel 5.30 Perbandingan Emisi CO_2 dari Sektor IPPU tahun 2021 dan tahun 2022

No	Perusahaan	Bahan / Produk	Tahun 2021[1]			Tahun 2022[2]		
			Total Produk	Satuan	Emisi CO_2 (Gg CO2/tahun)	Total Produk	Satuan	Emisi CO_2 (Gg CO2/tahun)
1	PT Platinum Ceramic Industry	Keramik	13.728.192	m²/tahun	10,41	12.924.587	m²/tahun	9,80
2	PT Karet Ngagel Surabaya	*Conveyor Belt* dan *Rubber Article*	806	ton/tahun	10,48	808	ton/tahun	10,50
3	PT Gunawan Dianjaya Steel	*Plate* Baja	162.517	ton/tahun	300,66	130.788	ton/tahun	241,96
Total					321,55			262,26

Sumber:

[1]Laporan GRK, 2021

[2]Hasil Perhitungan, 2022

Dari perbandingan pada tabel diatas dapat dilihat untuk sektor IPPU antara tahun 2021 dan 2022 dengan data dan persamaan perhitungan yang sama, sektor IPPU mengalami penurunan emisi.

BAB 6
REKOMENDASI UPAYA PENGENDALIAN GAS RUMAH KACA (GRK)

BAB 6
REKOMENDASI UPAYA PENGENDALIAN GAS RUMAH KACA (GRK)

Dalam upaya pengendalian GRK maka diperlukan identifikasi sumber emisi dan potensi penurunan emisinya. Didalam subbab ini, acuan yang digunakan dalam merekomendasikan upaya pengendalian GRK. Secara umum, rekomendasi upaya penurunan emisi gas rumah kaca adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya kebijakan penurunan emisi. Misalnya dengan pendekatan kepada pemangku kepentingan, jajaran manajemen perusahaan, anggota parlemen, dan eksekutif untuk sama-sama membangun visi dan misi penurunan emisi.
- Meningkatkan mekanisme koordinasi dan sinergitas antarbidang untuk mendukung kebijakan efisiensi energi.
- Memasukkan kriteria efisiensi energi ke dalam *Standard Operating Procedure* (SOP) perusahaan dan perkantoran. Langkah-langkah efisiensi energi antara lain adaptasi bahan bakar dan kendaraan yang bersih, serta menggunakan energi terbarukan.
- Integrasi efisiensi energi dengan sektor-sektor yang relevan seperti transportasi dan industri. Hal tersebut dapat dilaksanakan dengan *Strategic Environmental Assessment* (adaptasi dari *Asian Development Bank*, 2018).
- Memperkuat pencegahan dan pengendalian emisi serta instrumen ekonomi dan kebijakan.
- Memperkuat kapasitas penegakan hukum dan peraturan mengenai kualitas udara.
- Pelaksanaan inventarisasi emisi GRK perlu rutin dilakukan setiap tahun demi memenuhi amanat undang-undang dan juga mengetahui pertumbuhan emisi setiap tahun. Dari inventarisasi tersebut 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.
- Memasukkan syarat pada *green building* pada *procurement* proyek pembangunan di lingkungan pemerintah daerah.
- Terkait program kampung iklim (Proklim) di Surabaya, perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai kontribusi lokasi Proklim dalam rangka penurunan emisi.
- Peningkatan jumlah lokasi Proklim di Kota Surabaya.
- Perlu adanya dukungan kebijakan dari daerah terkait pengendalian emisi GRK di Kota Surabaya.
- Kota Surabaya perlu menentukan target penurunan emisi GRK mengacu pada target nasional dan provinsi.

- Adanya sinkronisasi dan validasi data terutama yang diperoleh dari industri sebelum dilakukan perhitungan emisi GRK agar hasil perhitungan valid.

Secara khusus, rekomendasi upaya penurunan emisi GRK pada setiap sektor akan dijelaskan pada subbab di bawah ini.

6.1 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Energi

Pada sektor energi emisi yang dihitung berasal dari pembakaran bahan bakar baik dari sumber bergerak maupun dari sumber tidak bergerak. Penggunaan bahan bakar ramah lingkungan merupakan modifikasi proses upaya penurunan energi baik pada sumber bergerak maupun tidak bergerak. Tujuannya adalah sebagai optimasi atau upaya mengganti bahan bakar dengan bahan bakar dengan nilai emisi yang lebih rendah, ini berlaku untuk semua sumber energy bergerak (kendaraan) dan tidak bergerak (industri). Tapi tidak dapat dipungkiri, permasalahan bahan bakar dari sumber energy bergerak merupakan hal yang cukup rumit karena sifatnya nasional dan melibatkan banyak kepentingan, terutama industri. Hal yang penting yang dapat dilakukan oleh pemerintah Kota Surabaya adalah dengan pemanfaatan zona khusus dimana kendaraan harus diuji emisi dahulu sebelum melintas zona tersebut. Uji emisi dapat dilakukan secara *onsite* maupun *offsite*, dimana setiap kendaraan yang melintas dapat menunjukkan sertifikat lulus uji emisi kepada petugas zona tersebut.

Untuk rekomendasi selanjutnya adalah dengan penggunaan listrik baik itu untuk industri kecil maupun industri besar di Surabaya. Optimasi energi merupakan 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 setiap industri di Surabaya untuk menerapkan ISO 50001, yaitu dengan melakukan minimal audit energi. Tujuannya tidak hanya untuk menurunkan emisi namun sebagai 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. Pada Tabel 5.10, terdapat 3 (tiga) sub sektor penggunaan energi yang terbesar adalah listrik. Apabila Kota Surabaya menjual listrik melalui proses gasifikasi sampah ke PT PLN, dapat diperhitungkan dalam upaya penurunan GRK di tahun berikutnya.

Selain dari pendekatan manajemen, pengurangan emisi dari sektor listrik dapat dilakukan dengan memperbanyak dan mengoptimalkan penggunaan solar sel dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Berdasarkan data PLN tahun 2021, jumlah yang menggunakan PLTS sebanyak 91 yang dikategorikan sebagai rumah tangga, bisnis, lembaga sosial, dan pemerintahan. Selain dari rumah tangga, lembaga sosial, dan

pemerintahan, PLTS digunakan sebagai sumber energi rumah pompa sebanyak 21 rumah pompa, penerangan jalan sebanyak 10 lokasi, *traffic light* sebanyak 71 lokasi, penerangan dan *backup* energi perlintasan kereta api sebanyak 8 lokasi, serta penerangan di beberapa Sekolah Menengah Pertama sebanyak 4 lokasi.

6.2 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor Limbah

Untuk sektor limbah padat dan limbah cair emisi dihitung berdasarkan informasi jumlah penduduk. Untuk menurunkan emisi GRK dilakukan upaya bersama-sama melalui kerja sama yang baik dari semua *stakeholder* seperti pemerintah kota hingga rumah tangga, industri, maupun individu. Kegiatan yang dilakukan dari tahap inventarisasi, perencanaan, hingga implementasi, meliputi sebagai berikut:

1. Kajian 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. Peningkatan pemanfaatan sampah yang memungkinkan untuk dijadikan kompos, arang atau briket.
5. Endpoint: pengelolaan sampah yang lebih baik dengan prinsip *Reduce, Reuse, and Recycle* (3R).

6.3 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor AFOLU

Emisi yang dihitung 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 yang di*update* secara berkala, sebagai contoh, persentase lahan sawah irigasi, lahan mangrove sebagai penyerap CO_2 sehingga dapat dijadikan *baseline* untuk inventarisasi selanjutnya.
2. Pemanfaatan metana yang ditimbulkan dari kegiatan peternakan (termasuk di dalamnya RPH), namun demikian kegiatan ini perlu kajian terlebih dahulu.
3. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk pertanian.
4. Memperbanyak tanaman yang ditanam dengan sistem lahan vertikal.
5. Memperbanyak simpanan karbon biomassa dari lahan mangrove di Kota Surabaya. Berdasarkan data luas lahan mangrove dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya

Tahun 2021, maka perhitungan simpanan karbon biomassa Kota Surabaya tahun 2022 adalah sebesar 706,51 ton C/ha.

Untuk inventarisasi selanjutnya diharapkan ada data jumlah panen padi sehingga dapat dihitung emisi N_2O *direct* maupun *indirect* dari pengelolaan tanah.

6.4 Rekomendasi Penurunan GRK Sektor IPPU

Emisi yang dihitung 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. Perlu ada terobosan kebijakan teknis untuk mengurangi emisi CO_2. Sebagai contoh, Dinas Lingkungan Hidup 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.
2. Peningkatan kapasitas pemerintah dan pelaku industri dalam kegiatan mitigasi dampak perubahan iklim.
3. Tersusunnya sistem *database* dan inventori strategi pengurangan emisi CO_2 di berbagai sektor industri di Surabaya. Untuk itu, Dinas Lingkungan Hidup Surabaya menjalin komunikasi dengan industri-industri terkait mengenai upaya apa saja yang telah mereka lakukan. Tujuannya adalah tidak hanya *database*, namun agar Dinas Lingkungan Hidup Surabaya memiliki informasi lengkap dimana letak atau posisi dimana Dinas Lingkungan Hidup Surabaya bisa membantu, baik dalam hal penyuluhan maupun pendampingan, ataupun pendampingan tenaga ahli di bidang industri tertentu.
4. Terlaksananya pemantauan dan evaluasi program mitigasi untuk berbagai macam industri di Surabaya
5. Jumlah penggunaan pupuk disesuaikan dengan kebutuhan lahan pertanian dan varietas yang ditanam agar lebih efisien.

6.5 Rencana Aksi Daerah (RAD) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 67 Tahun 2012

Rencana aksi dasreah Provinsi Jawa Timur dalam rangka penurunan emisi gas rumah kaca yang mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 67 Tahun 2012 dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini:

6.5.1 Bidang Energi

Kebijakan yang dilaksanakan untuk menurunkan GRK:

1. Peningkatan penghematan energi
2. Penggunaan bahan bakar yang lebih bersih (*fuel switching*)
3. Peningkatan pneggunaan energi baru dan terbarukan
4. Pemanfaatan teknologi bersih baik untuk pembangkit listrik dan sarana transportasi
5. Pengembangan transportasi massal yang berkelanjutan

Rencana strategi:

1. Menghemat pengguanaan energi fosil baik melalui penggunaan teknologi yang lebih bersih dan efisien
2. Mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan skala kecil dan menengah
3. Mengurangi kebutuhan akan perjalanan terutama daerah perkotaan
4. Menggeser pola penggunaan kendaraan pribadi
5. Meningkatkan efisiensi energi dan pengurangan karbon pada kendaraan bermotor pada sarana transportasi
6. Mengurangi kemacetan di area perbatasan lalu lintas
7. Terwujudnya transportasi multi moda angkutan barang dari kawasan ke pelabuhan tanjung perak
8. Terbangunnya fasilitas pedestrian bagi pejalan kaki dan jalur sepeda di jalan raya wilayah perkotaan

6.5.2 Bidang IPPU

Kebijakan yang dilakukan untuk menurunkan GRK adalah peningkatan pertumbuhan industri kecil dan menengah yang menerapkan produksi bersih (*clean production*). Strategi untuk mewujudkan kebijakan tersebut yaitu:

1. Melaksanakan penerapan produksi bersih khususnya pada IKM yang padat energi
2. Memberikan insentif pada IKM yang menerapkan produksi bersih
3. Sosialisasi penggunanaan bahan baku ramah lingkungan
4. Penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, and Recycle*)

Kegiatan pendukung untuk pengurangan emisi GRK bidang IPPU adalah pengembangan kemitraan dengan perguruan tinggi, masyarakat setempat, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan dunia usaha dalam perlindungan dan pelestarian sumber daya alam.

6.5.3 Bidang Pengelolaan Limbah

Kebijakan yang dilaksanakan untuk menurunkan GRK adalah:

1. Penurunan emisi GRK dari Tempat Penimbunan Akhir (TPA) limbah padat/sampah
2. Peningkatan pengelolaan limbah cair domestik
3. Peningkatan pengelolaan limbah industri yang berpotensi menghasilkan GRK
4. Pengembangan teknologi pengelolaan limbah dan efisiensi produk limbah dengan prinsip-prinsip daur ulang (*Reduce, Reuse, and Recycle*)
5. Pengembangan sistem manajemen pengelolaan limbah industri, limbah domestik, dan sektor lainnya

Strategi yang dilakukan untuk menunjang kebijakan:

1. Meningkatkan manajemen pengelolaan limbah padat/sampah di TPA
2. Melaksanakan pembangunan dan rehabilitasi TPA terpadu dengan sistem *controlled landfill* dan *sanitary landfill* secara bertahap
3. Pengurangan timbulan sampah melalui 3R (*Reduce, Reuse, and Recycle*)
4. Meningkatkan penerapan teknologi produsi bersih dalam pengelolaan limbah industri
5. Meningkatkan pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif ramah lingkungan
6. Mengembangkan panduan mutu dan teknologi pengelolaan limbah
7. Mengkatkan pengawasan dan *monitoring* pengelolaan limbah
8. Melakukan uji kualitas air limbah dan uji udara emisi secara periodik dan berkelanjutan

6.5.4 Bidang AFOLU

Kebijakan dan strategi untuk menurunkan GRK:

1. Meningkatkan penanaman pohon yang mampu menyerap GRK
2. Penelitian dan pengembangan teknologi pertanian.
3. Pengembangan program pendukung budidaya pertanian ramah lingkungan
4. Pengembangan aplikasi kualitas pupuk kompos organik dengan dosis mikroba terhadap tanaman hortikultura dan padi

6.6 Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan GRK berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011

Rencana aksi bidang AFOLU:

1. Perbaikan dan pemeliharaan jaringan irigasi
2. Terlaksananya penggunaan teknologi untuk melindungi tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim
3. Menerapkan teknologi pengelolaan lahan dan budidaya pertanian dengan emisi GRK serendah mungkin dan mengabsorbsi CO_2 secara optimal
4. Menstabilkan elevasi muka air dan memperlancar sirkulasi air pada jaringan irigasi

Rencana aksi bidang energi:

1. Melakukan program kemitraan konservasi energi bersama swasta/masyarakat
2. Terlaksananya implementasi teknologi hemat energi pada peralatan rumah tangga
3. Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar angkutan umum perkotaan
4. Terlaksananya peremajaan armada angkutan umum sesuai desain standar yang rendah emisi
5. Membangun *Non Motorized Transport* (pedestrian dan jalur sepeda)
6. Terlaksananya pemberian label kepada semua kendaraan baru menurut konsumsi bahan bakar (per 100 km) dan emisi CO_2 (dalam g/km)
7. Terlaksananya pembatasan kecepatan pada seluruh jalan tol untuk menurunkan emisi

Rencana aksi bidang IPPU:

1. Memberikan insentif pada program efisiensi energi
2. Penghapusan BPO pada 4 sektor (r*efrigerant*, *foam*, *chiller*, dan pemadam api)

Rencana aksi bidang limbah:

1. Tersedianya sistem pengelolaan air limbah sistem terpusat skala kota (*offsite*) dan setempat (*onsite*)
2. Peningkatan kapasitas kelembagaan dan peraturan di daerah
3. Perbaikan proses pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

6.7 Rekomendasi berdasarkan Peraturan Walikota Kota Surabaya Nomor 36 Tahun 2020 tentang Rencana Kerja Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2021

Program kegiatan dalam upaya penurunan emisi GRK secara umum antara lain:

1. Program pengawasan dan pengendalian lalu lintas dan angkutan, yaitu meningkatkan persentase kelulusan uji emisi kendaraan bermotor
2. Program upaya konservasi energi/pembinaan pengusahaan konservasi energi, yaitu meningkatkan jumlah kegiatan/usaha yang mendapatkan pembinaan pengusahaan konservasi energi

3. Koordinasi, sinkronisasi, dan pengendalian emisi GRK, mitigasi, dan adaptasi perubahan iklim

6.8 Rekomendasi berdasarkan RP JMN 2020-2024

Program kegiatan dalam upaya penurunan emisi GRK yang sesuai antara lain:

1. Pemanfaatan teknologi yang lebih efisien dan rendah emisi
2. Penurunan emisi dan intensitas emisi GRK melalui pembangunan rendah karbon
3. Meningkatkan pasokan bahan bakar nabati dari bahan baku rendah karbon
4. Peningkatan produktivitas dan efisiensi pertanian menuju pertanian berkelanjutan
5. Pengelolaan sampah rumah tangga dan pengelolaan limbah cair
6. Peningkatan jumlah industri yang terpantau memenuhi baku mutu emisi

6.9 Penanaman Pohon Sebagai Agen Pereduksi CO_2

Pepohonan memiliki fungsi ekologis yaitu sebagai penambat karbon dan mengurangi polusi kendaraan bermotor (Kiran & Kiranny, 2011). Emisi CO_2 dapat diserap oleh tanaman atau yang disebut sebagai ruang terbuka hijau. Pembangunan kawasan hijau di daerah perkotaan merupakan langkah konkret yang penting dilakukan. Berikut ini adalah Tabel 6.1 merupakan beberapa jenis tanaman yang dapat menyerap CO_2:

Tabel 6.1 Jenis-jenis tanaman dan kemampuan daya serap CO_2

No.	Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Daya Serap CO_2 (g/jam.pohon)	Sumber
1	Daun Kupu-kupu	Bauhinia purpurea	1.331,38	(Gratimah, 2009)
2	Pulai	Alstonia scholaris	1.319,35	
3	Angsana	Pterocarpus indicus	310,52	
4	Mahoni	Swietenia macrophylla	3.112,43	
5	Flamboyan	Delonix regia	59,96	
6	Jambu Biji	Syzygium malaccense	44,59	
7	Beringin	Ficus benjamina	1.146,51	
8	Tabebuia Kuning	Tabebuia chrysantha	24,2	(Purwaningsih, 2007)
9	Karet Kebo	Ficus elastica	22	
10	Keben	Barringtonia asiatica	165	
11	Kol Banda	Pisonia alba	22	
12	Cemara Laut	Casuarina equisetifolia	45	
13	Nagasari	Thevetia peruviana	96,9	
14	Dadap Merah	Erythrina cristagalli	165	
15	Belimbing Wuluh	Averrhoa bilimbi	6,33	
16	Palem Phoenix	Phoenix roebelenii	0,39	
17	Palem Kuning	Dypsis lutescens	0,39	
18	Palem Ekor Tupai	Wodyetia bifurcata	0,39	
19	Bintaro	Cerbera manghas	96,9	
20	Akasia	Acacia auriculiformis	165	

No.	Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Daya Serap CO_2 (g/jam.pohon)	Sumber
21	Kersen	Muntingia calabura	0,6	
22	Pandan Bali	Dracaena draco	0,39	
23	Bambu Cina	Bambusa multiplex	0,39	
24	Sukun	Artocarpus altilis	22	
25	Tabebuia Pink	Tabebuia rosea	24,2	
26	Kembang Kecrutan	Spathodea campanulata	24,16	
27	Kacang Amazon	Bunchosia armeniaca	6,33	
28	Dadap Hijau	Erythrina variegata	165	
29	Lamtoro	Leucaena leucocephala	165	
30	Asam Landi	Pithecellobium dulce	165	
31	Palem Kenari	Phoenix Sylvestris	0,39	
32	Sawo Manila	Manilkara zapota	96,9	
33	Kayu Bejaran	Lannea coromandelica	45	
34	Palem Bambu	Chamaedorea seifrizii	0,39	
35	Ketapang Kencana	Terminalia mantaly	24,16	
36	Trembesi	Samanea saman	3.252,10	(Dahlan, 2007)
37	Nangka	Arthocarpus heterophyllus	22	
38	Mangga	Mangifera indica	51,96	(Karyadi, 2005)
39	Tanjung	Mimusops elengi	67,58	
40	Jati	Tectona grandis	12,41	
41	Glodokan	Polyalthia longifolia	719,74	(Yusuf, 2015)
42	Pucuk Merah	Oleina syzygium	155,58	
43	Palem Putri	Veitchia merrillii	32,6	

6.10 Lahan Mangrove sebagai Simpanan Karbon

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang sangat penting terutama bagi wilayah pesisir. Salah satu fungsi ekologis mangrove yang berperan dalam upaya mitigasi pemanasan global adalah mangrove sebagai penyimpan karbon (Rachmawati *et al*., 2014). Ekosistem mangrove memiliki kemampuan sebagai penyerap CO_2, sehingga hutan mangrove memilii peran untuk mengurangi CO_2 di udara (Mardliyah *et al*., 2019). Di Kota Surabaya, lahan mangrove tersebar di beberapa kecamatan. Adapun data luas mangrove di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Luas Mangrove di Kota Surabaya

Lokasi	Luas Tutupan (ha)	Persentase Tutupan (%)	Kerapatan (Pohon/ha)
Kecamatan Benowo	143,39	5,35	3.383
Kecamatan Asemrowo	64,79	4,2	1.558,25
Kecamatan Kenjeran	52,54	0,69	2.633,5

Kecamatan Sukolilo	306,2	12,93	1.850
Kecamatan Mulyorejo	354,24	24,93	2.967
Kecamatan Rungkut	226,24	10,73	2.688,7
Kecamatan Gunung Anyar	89,61	0,92	2.933,5

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup, 2021

Selanjutnya dapat dihitung kenaikan simpanan karbon biomassa menggunakan rumus yang mengacu pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya) tahun 2012 berikut :

$$\Delta CG = \Sigma_{ij} (A_{ij} \times \{G_{wij} \times (1 + R)\}) \times CF$$

dimana :

A_{ij} = Luas dari lahan (ha)

G_{wij} = Rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas permukaan (ton/ha tahun)

R = Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan

CF = Fraksi karbon dalam berat kering

Untuk luas mangrove mengikuti data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2021. Adapun dengan mengacu pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup (Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya) tahun 2012, data berikut digunakan untuk melakukan perhitungan kenaikan simpanan karbon biomassa :

- Rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas permukaan (Gwij) = 0,98 ton/ha tahun
- Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan = 0,24
- Fraksi karbon dalam berat kering = 0,47

Berdasarkan hasil perhitungan, simpanan karbon biomassa dari lahan mangrove di Kota Surabaya adalah sebesar 706,51 ton C/ha atau 0,707 Gg C/ha. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6.3 berikut ini :

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Simpanan Karbon Biomassa

Lokasi	Luas Tutupan (ha)	Persentase Tutupan (%)	Kerapatan (Pohon/ha)	Simpanan Karbon Biomassa (ton C/ha)	Simpanan Karbon Biomassa (Gg C/ha)
Kecamatan Benowo	143,39	5,35	3.383	81,90	0,082
Kecamatan Asemrowo	64,79	4,2	1.558,25	37,00	0,037
Kecamatan Kenjeran	52,54	0,69	2.633,5	30,01	0,030
Kecamatan Sukolilo	306,2	12,93	1.850	174,88	0,175
Kecamatan Mulyorejo	354,24	24,93	2.967	202,32	0,202

Lokasi	Luas Tutupan (ha)	Persentase Tutupan (%)	Kerapatan (Pohon/ha)	Simpanan Karbon Biomassa (ton C/ha)	Simpanan Karbon Biomassa (Gg C/ha)
Kecamatan Rungkut	226,24	10,73	2.688,7	129,22	0,129
Kecamatan Gunung Anyar	89,61	0,92	2.933,5	51,18	0,051
Jumlah				706,51	0,707

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, simpanan karbon bimassa dari lahan mangrove di Kota Surabaya adalah sebesar 706,51 ton C/ha atau 0,707 Gg C/ha.

6.11 Klasifikasi Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti dan Kegiatan Pendukung

6.11.1 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Inti

Sektor atau kegiatan inti dari kajian inventarisasi emisi gas rumah kaca Kota Surabaya meliputi empat (4) bidang, yaitu sektor energi, sektor limbah, sektor IPPU, dan sektor AFOLU. Dari pembahasan sebelumnya telah diketahui besarnya emisi GRK Kota Surabaya tahun 2021 dan rencana aksi daerah untuk mengurangi emisi GRK. Penurunan emisi GRK tidak dapat dilakukan oleh satu pihak saja. Oleh sebab itu, pada bab ini akan dijelaskan pelaksana dari rekomendasi rencana aksi pada kegiatan inti. Berikut ini merupakan Tabel 6.4 yang menjelaskan rencana aksi kegiatan inti dan pelaksananya.

Tabel 6.4 Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti dan Pelaksana Kegiatan

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
1	Sektor Energi	*Car Free Day*	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Perhubungan
2		Uji emisi kendaraan bermotor	Dinas Perhubungan
3		Menerapkan ISO 50001	Dinas Lingkungan Hidup
4		Menghemat penggunaan energi fosil baik melalui penggunaan teknologi yang lebih bersih dan efisien	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Perhubungan, Dinas Koperasi dan Usaha Mikro, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan Kota Surabaya
5		Mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan skala kecil dan menengah	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Perhubungan,

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
			Dinas Koperasi dan Usaha Mikro, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan Kota Surabaya
6		Mengurangi kebutuhan akan perjalanan terutama daerah perkotaan	Dinas Perhubungan
7		Menggeser pola penggunaan kendaraan pribadi	Dinas Perhubungan
8		Meningkatkan efisiensi energi dan pengurangan karbon pada kendaraan bermotor pada sarana transportasi	Dinas Perhubungan
9		Mengurangi kemacetan di area perbatasan lalu lintas	Dinas Perhubungan
10		Terwujudnya transportasi multi moda angkutan barang dari kawasan ke pelabuhan tanjung perak	Dinas Perhubungan
11		Terbangunnya fasilitas pedestrian bagi pejalan kaki dan jalur sepeda di jalan raya wilayah perkotaan	Dinas Perhubungan
12		Melakukan program kemitraan konservasi energi bersama swasta/masyarakat	Dinas Lingkungan Hidup
13		Terlaksananya implementasi teknologi hemat energi pada peralatan rumah tangga	Dinas Lingkungan Hidup
14		Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar angkutan umum perkotaan	Dinas Perhubungan
15		Terlaksananya peremajaan armada angkutan umum sesuai desain standar yang rendah emisi	Dinas Perhubungan
16		Membangun *Non Motorized Transport* (pedestrian dan jalur sepeda)	Dinas Perhubungan

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
17		Terlaksananya pemberian label kepada semua kendaraan baru menurut konsumsi bahan bakar (per 100 km) dan emisi CO_2 (dalam g/km)	Dinas Perhubungan
18		Terlaksananya pembatasan kecepatan pada seluruh jalan tol untuk menurunkan emisi	Dinas Perhubungan
19		Program pengawasan dan pengendalian lalu lintas dan angkutan, yaitu meningkatkan persentase kelulusan uji emisi kendaraan bermotor	Dinas Perhubungan
20		Penurunan emisi dan intensitas emisi GRK melalui pembangunan rendah karbon	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan Kota Surabaya, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan; Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman, Cipta Karya dan Tata Ruang
21		Meningkatkan pasokan bahan bakar nabati dari bahan baku rendah karbon	Dinas Perhubungan
22	Sektor IPPU	Menyelenggarakan penyuluhan dan *workshop* spesifik terkait industri tertentu mengenai dampak perubahan iklim, dan strategi adaptasi mitigasinya	Dinas Lingkungan Hidup
23		Peningkatan kapasitas pemerintah dan pelaku industri dalam kegiatan mitigasi dampak perubahan iklim.	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
24		Tersusunnya sistem *database* dan inventori strategi pengurangan emisi CO_2 di berbagai sektor industri di Surabaya	Dinas Lingkungan Hidup

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
25		Terlaksananya pemantauan dan evaluasi program mitigasi untuk berbagai macam industri di Surabaya	Dinas Lingkungan Hidup
26		Melaksanakan penerapan produksi bersih khususnya pada IKM yang padat energi	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
27		Memberikan insentif pada IKM yang menerapkan produksi bersih	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
28		Sosialisasi penggunanaan bahan baku ramah lingkungan	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
29		Penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, and Recycle*)	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro; Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
30		Pengembangan kemitraan dengan perguruan tinggi, masyarakat setempat, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan dunia usaha dalam perlindungan dan pelestarian sumber daya alam	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
31		Penghapusan Bahan Perusak Ozon (BPO) pada 4 sektor (*refrigerant*, *foam*, *chiller* dan pemadam api)	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro, Dinas Pemadam Kebakaran
32		Program upaya konservasi energi/pembinaan pengusahaan konservasi energi, yaitu meningkatkan jumlah kegiatan/usaha yang mendapatkan pembinaan pengusahaan konservasi energi	Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
33		Peningkatan jumlah industri yang terpantau memenuhi baku mutu emisi	Dinas Lingkungan Hidup
34	Sektor AFOLU	Pengumpulan data yang diupdate secara berkala, sebagai contoh, persentase lahan sawah irigasi, lahan mangrove sebagai penyerap CO_2 sehingga dapat dijadikan *baseline* untuk inventarisasi selanjutnya	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
35		Pemanfaatan metana yang ditimbulkan dari kegiatan peternakan	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
36		Pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk pertanian	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
37		Meningkatkan penanaman pohon yang mampu menyerap GRK	Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
38		Penelitian dan pengembangan teknologi pertanian	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
39		Pengembangan program pendukung budidaya pertanian ramah lingkungan	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
40		Pengembangan aplikasi kualitas pupuk kompos organik dengan dosis mikroba terhadap tanaman hortikultura dan padi	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
41		Perbaikan dan pemeliharaan jaringan irigasi	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
42		Terlaksananya penggunaan teknologi untuk melindungi tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
43		Menerapkan teknologi pengelolaan lahan dan budidaya pertanian dengan emisi GRK serendah mungkin dan mengabsorbsi CO_2 secara optimal	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
44		Menstabilkan elevasi muka air dan memperlancar sirkulasi air pada jaringan irigasi	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
45		Peningkatan produktivitas dan efisiensi pertanian menuju pertanian berkelanjutan	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
46	Sektor Limbah	Pengelolaan sampah rumah tangga dan pengelolaan limbah cair	Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
47		Tersedianya sistem pengelolaan air limbah sistem terpusat skala kota (*offsite*) dan setempat (*onsite*)	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan Kota Surabaya, Dinas Lingkungan Hidup

No	Sektor Emisi GRK	Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Inti	Pelaksana
48		Peningkatan kapasitas kelembagaan dan peraturan di daerah	Dinas Lingkungan Hidup
49		Perbaikan proses pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
50		Melakukan uji kualitas air limbah dan uji udara emisi secara periodik dan berkelanjutan	Dinas Lingkungan Hidup
51		Mengkatkan pengawasan dan *monitoring* pengelolaan limbah	Dinas Lingkungan Hidup
52		Mengembangkan panduan mutu dan teknologi pengelolaan limbah	Dinas Lingkungan Hidup
53		Meningkatkan pemanfaatan limbah menjadi energi alternatif ramah lingkungan	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau
54		Meningkatkan penerapan teknologi produsi bersih dalam pengelolaan limbah industri	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Koperasi dan Usaha Mikro
55		Pengurangan timbulan sampah melalui 3R	Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
56		Melaksanakan pembangunan dan rehabilitasi TPA terpadu dengan sistem *controlled landfill* dan *sanitary landfill* secara bertahap	Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
57		Meningkatkan manajemen pengelolaan limbah padat/sampah di TPA	Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
58		Kajian inventarisasi GRK sektor limbah padat dan limbah cair setiap tahun.	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
59		Penyusunan norma, standar, prosedur pengelolaan sampah yang dijalankan menurut sistem manajemen yang baik pada TPA maupun TPS	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau
60		Peningkatan pemanfaatan sampah yang memungkinkan untuk dijadikan kompos, arang atau briket	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau

6.11.2 Rencana Aksi Daerah sebagai Kegiatan Pendukung

Dalam rangka penurunan emisi gas rumah kaca, diperlukan keseriusan semua pihak untuk keberhasilan bersama. Oleh sebab itu, pada bab ini akan dijelaskan pelaksana dari rekomendasi rencana aksi pada kegiatan pendukung. Berikut ini merupakan Tabel 6.5 yang menjelaskan rencana aksi kegiatan pendukung dan pelaksananya.

Tabel 6.5 Rekomendasi Rencana Aksi Kegiatan Pendukung dan Pelaksana Kegiatan

No	Rencana Aksi Kegiatan Pendukung	Pelaksana
1	Meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya kebijakan penurunan emisi	Dinas Lingkungan Hidup, Semua
2	Meningkatkan mekanisme koordinasi dan sinergitas antarbidang untuk mendukung kebijakan efisiensi energi	Dinas Lingkungan Hidup, Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, Semua
3	Memasukkan kriteria efisiensi energi ke dalam *Standard Operating Procedure* (SOP) perusahaan dan perkantoran	Dinas Perdagangan dan Perindustrian, Dinas Lingkungan Hidup
4	Memperkuat pencegahan dan pengendalian emisi serta instrumen ekonomi dan kebijakan	Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Koperasi dan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah, Dinas Perdagangan dan Perindustrian
5	Memperkuat kapasitas penegakan hukum dan peraturan mengenai kualitas udara	Dinas Lingkungan Hidup
6	Pelaksanaan inventarisasi emisi GRK perlu rutin dilakukan setiap tahun demi memenuhi amanat undang-undang dan juga mengetahui pertumbuhan emisi setiap tahun	Dinas Lingkungan Hidup
7	Memasukkan syarat pada *green building* pada *procurement* proyek pembangunan di lingkungan pemerintah daerah	Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan; Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman, Cipta Karya dan Tata Ruang

No	Rencana Aksi Kegiatan Pendukung	Pelaksana
8	Memperbanyak simpanan karbon biomassa dari lahan mangrove di Kota Surabaya	Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian

BAB 7
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 7
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari penjelasan setiap bab di atas, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di Bab 5, emisi yang dihasilkan Kota Surabaya pada tahun 2022 sebesar 10.979,19 Gg CO_2.
2. Emisi GRK pada masing-masing sektor yaitu: a) sektor energi sebesar 93,34% atau 10.248,49 Gg CO_2; b) sektor limbah sebesar 3,75% atau 411,49 Gg CO_2; c) sektor AFOLU sebesar 0,52% atau 56,95 Gg CO_2; dan d) sektor IPPU sebesar 2,39% atau 262,26 Gg CO_2.
3. Emisi terbesar berdasarkan hasil perhitungan berasal dari sektor energi yaitu 10.248,49 Gg CO_2 atau sebesar 93,34% dari total emisi GRK yang dihasilkan Kota Surabaya tahun 2022.
4. Emisi terendah berdasarkan hasil perhitungan berasal dari sektor AFOLU yaitu 56,95 Gg CO_2 atau sebesar 0,52% dari total emisi GRK yang dihasilkan Kota Surabaya tahun 2022.
5. Pada tahun 2022 terjadi penurunan emisi GRK sebesar 3.860,06 Gg CO_2 atau 26,01% dari emisi GRK tahun 2021. Perbandingan emisi GRK tahun 2021 dan 2022 dapat dilihat pada Tabel 7.1.

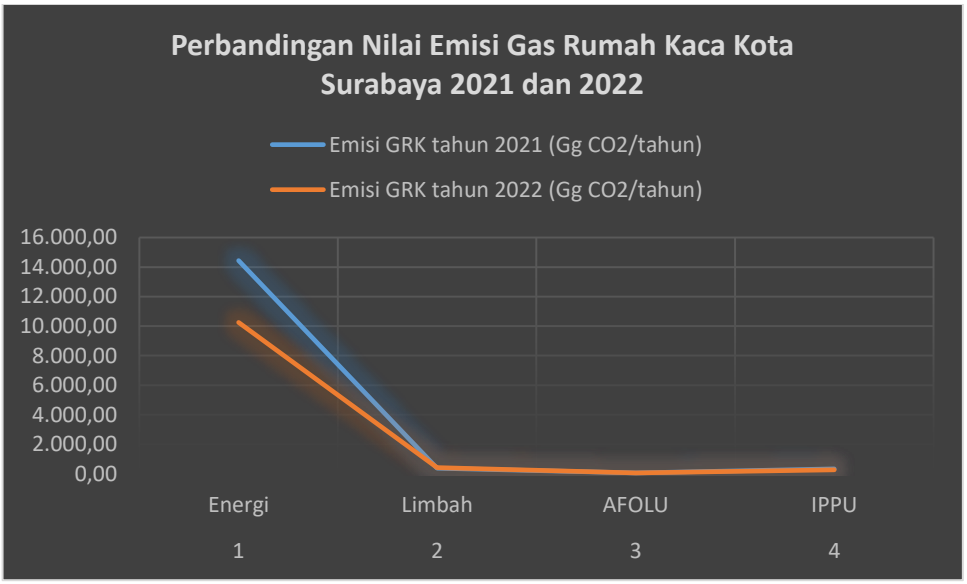
Tabel 7.1 Perbandingan Emisi GRK Kota Surabaya Tahun 2021 dan 2022

No.	Sektor	Emisi GRK tahun 2021 (Gg CO_2/tahun)	Emisi GRK tahun 2022 (Gg CO_2/tahun)	Penurunan / Kenaikan Emisi GRK (Gg CO_2/tahun)	Persentase Penurunan / Kenaikan (%)
1	**Energi**				
	Penggunaan Energi Listrik	10.106,29	7.057,34	-3.048,95	-30,17%
	Sumber Tidak Bergerak	2.371,78	1.547,86	-823,92	-34,74%
	Sumber Bergerak	1.604,59	1.643,29	38,70	2,41%
	Total emisi GRK Sektor Energi	**14.082,66**	**10.248,49**	**-3.834,17**	**-27,23%**
2	**Limbah**				
	Limbah Padat	343,27	381,19	37,92	11,05%
	Limbah Cair	36,23	30,30	-5,93	-16,38%
	Total emisi GRK Sektor Limbah	**379,51**	**411,49**	**31,98**	**8,43%**
3	**AFOLU**				
	Fermentasi enterik	54,51	55,88	1,36	2,50%
	Pengelolaan ternak	0,19	0,22	0,03	14,58%
	Total emisi GRK sub sektor peternakan	**54,70**	**56,09**	**1,39**	**2,54%**
	Budidaya tanaman padi	0,71	0,72	0,01	1,33%
	Penggunaan pupuk urea	0,12	0,13	0,01	9,49%
	Total emisi GRK sub sektor pertanian	**0,83**	**0,85**	**0,02**	**2,53%**

No.	Sektor	Emisi GRK tahun 2021 (Gg CO_2/tahun)	Emisi GRK tahun 2022 (Gg CO_2/tahun)	Penurunan / Kenaikan Emisi GRK (Gg CO_2/tahun)	Persentase Penurunan / Kenaikan (%)
	Total emisi GRK Sektor AFOLU	**55,53**	**56,95**	**1,41**	**2,54%**
4	**IPPU**				
	Total emisi GRK Sektor IPPU	**321,55**	**262,26**	**-59,29**	**-18,44%**
Total emisi GRK		**14.839,25**	**10.979,19**	**-3.860,06**	**-26,01%**

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Grafik 7.1 Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca Kota Surabaya 2021 dan 2022



Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Pada Tabel 7.1, jumlah data dan variabel tahun 2021 dan tahun 2022 yang digunakan berbeda sehingga menimbulkan perbedaan yang signifikan. Data emisi pada tahun 2021 bukan merupakan *baseline* untuk perhitungan ini. Pada perhitungan atau kajian tahun mendatang, Kota Surabaya dapat menggunakan *baseline* perhitungan dan data tahun 2022 agar tingkat emisi GRK dapat dibandingkan secara valid.

7.2 Saran

Diluar dari rekomendasi yang telah dituliskan serta upaya penurunan GRK yang tercantum dalam laporan ini, perlu adanya upaya perbaikan demi hasil yang lebih akurat. Perbaikan utama yang harus dilakukan adalah menambah sumber data yang dapat diidentifikasi GRK nya, karena dapat dilihat pada tahun ini Emisi Gas Rumah Kaca mengalami kenaikan. Semakin banyak data yang dimiliki, semakin akurat informasi emisi GRK yang dihasilkan. Mengingat tidak mudah memperoleh data dari industri karena kurangnya respon dari industri serta penolakan karena satu dan lain hal, maka perlu upaya *follow up* secara intensif agar data yang dapat diolah lebih banyak.

Pada laporan 2022 ini, terdapat perbedaan sumber data yang digunakan dengan laporan Inventarisasi GRK tahun sebelumnya, sumber data yang digunakan didasarkan pada data di tahun 2021 tiap industri. Oleh karena itu, adanya *baseline* dan *database* dapat memudahkan kajian dan hasilnya bisa lebih presisi. Diharapkan data industri dan *stakeholder* yang diperoleh pada laporan ini dapat dijadikan sebagai acuan atau contoh pada pembuatan laporan di tahun berikutnya. Terkait dengan *baseline*, pada Bab 5 (analisis dan pembahasan) terdapat penggunaan faktor emisi yang mengambil dari jurnal penelitian. Apabila di tahun berikutnya akan melakukan perhitungan GRK, disarankan untuk menggunakan referensi jurnal dari penelitian yang terbaru sehingga hasil perhitungan valid dengan kondisi saat itu.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Agung, P., Hartono, D. & Awirya, A., 2017. Pengaruh Urbanisasi terhadap Konsumsi Energi dan Emisi CO_2: Analisis Provinsi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan,* p. Vol. 10 No. 2.
2. BAPPENAS, 2014. *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi.* Jakarta: BAPPENAS.
3. Dahlan, E. N., 2007. *Disertasi: Analisis kebutuhan luasan hutan kota sebagai sink gas* CO_2 *antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas di kota Bogor dengan pendekatan sistem dinamik.* Bogor: Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Sekolah Pascasarjana, IPB.
4. Gratimah, R. G., 2009. *Tesis: Analisis kebutuhan hutan kota sebagai penyerap gas* CO_2 *antropogenik di pusat Kota Medan.* Medan: Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, USU.
5. Jawjit, W., Kroeze, C. & Jawjit, S., 2010. GREENING OF INDUSTRY NETWORK (GIN) 2010: CLIMATE CHANGE AND GREEN GROWTH: INNOVATING FOR SUSTAINABILTY. *Quantification of Greenhouse Gas Emissions from Primary Rubber Industries in Thailand*.
6. Karyadi, H., 2005. *Skripsi: Pengukuran daya serap karbondioksida lima jenis tanaman hutan kota.* Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata.
7. Kiran, G. & Kiranny, 2011. Carbon Sequestration by Urban Trees in Roadside of Vadodara City. *International Journal of Engineering Science and Technology,* pp. 3 (4) 3066-3070.
8. KLH, 2012. *Metodologi Penghitugan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengadaan dan Penggunaan Energi.* Buku II Volume 1 ed. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
9. KLH, 2012. *Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Limbah.* Buku II Volume 4 ed. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
10. KLH, 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 3: Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi dan Penyerapan Gas Rumah Kaca Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya.* 2 ed. Indonesia: Kementerian Lingkungan Hidup.
11. KLH, 2013. *Pedoman Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan: Asdep Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Bergerak Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup
12. KLH, 2017. *Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Nomor P.73.* Indonesia: Kementarian Lingkungan Hidup

13. Mardliyah, R., Raden Ario, dan Rudhi Pribadi. 2019. Estimasi Simpanan Karbon Pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi dan Tireman, Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. Journal of Marine Research 8 (1) : 62 – 68.
14. Meidiana, C. Sari, E. K. Latifa. A. Rusyda. 2022. Faktor Rumah Tangga yang Mempengaruhi Emisi CO_2Kelurahan Jodipan, Kota Malang. ***Planing for Urban Region and Environment***. Vol. 11. No. 3. Malang
15. Panjaitan, S. I., 2012. *Analisis Perhitungan Daya yang Dihasilkan dari Kotoran Sapi yang Diolah Menjadi Biogas di Daerah Pinggiran Kota Batam.* Batam: Universitas Maritim Raja Ali Haji.
16. Peraturan Daerah, 2014. *Pengelolaan Sampah. Nomor: 5*. Surabaya. Indonesia
17. Peraturan Daerah, 2014. *Perlindungan Pohon. Nomor: 19*. Surabaya. Indonesia
18. Peraturan Pemerintah, 2021. *Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Nomor: 22.* Indonesia
19. Peraturan Presiden, 2011. *Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Nomor 61*. Indonesia.
20. Peraturan Presiden, 2011. *Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Nomor 71.* Indonesia
21. Peraturan Gubernur, 2012. *Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur. Nomor 67*. Jawa Timur
22. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi*. *Nomor: 22.*Indonesia
23. Peraturan Walikota, 2018. *Kontribusi Sampah dalam Pengguna Layanan Bus.* Nomor: 67. Surabaya. Indonesia
24. Purwaningsih, S., 2007. *Skripsi: Kemampuan serapan karbondioksida pada tanaman hutan kota di Kebun Raya Bogor.* Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, IPB.
25. Rachmawati, D., Isdradjad Setyobudiandi, dan Endang Hilmi. 2014. Potensi Estimasi Karbon Tersimpan Pada Vegetasi Mangrove di Wilayah Pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. Omni Akuatika XIII (19) : 85 – 91.
26. Rechenberger, D., 2013. *Natural gas is the most climate-friendly fossil fuel in electricity production,* Kassel: WINGAS.
27. *Undang-undang No. 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement on Climate Change*
28. *Undang-undang Republika Indonesia No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta K*
29. *Undang-undang Republik Indonesia No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*

30. Wulandari, M., Hermawan & Purwanto, 2013. *Kajian Emisi* CO_2 *Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi Kasus Perumahan Sebanteng, Gedang Asri, Susukan RW 07 Kab. Semarang).* Semarang, Prosididng Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
31. Yusuf, M. Y., 2015. *Tesis: Kemampuan penyerapan gas* CO_2 *beberapa jenis tanaman pada ruang terbuka hijau di Kota Makassar.* Makassar: Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, UNHAS.
32. IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change Guideline 2006
33. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf
34. Knowledge Centre Perubahan Iklim - Mengenai Perubahan Iklim, Ditjenppi.menlhk.go.id. Available at : http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/perubahan-iklim (Accessed: 19 August 2021).
35. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf

DINAS LINGKUNGAN HIDUP
Jalan Menur No. 31A, Surabaya
(031) 5967387 http://lh.surabaya.go.if