

# LAPORAN AKHIR INVENTARISASI DAN PROFIL EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)



PEMERINTAH KOTA JAMBI  
DINAS LINGKUNGAN HIDUP

2024

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan peraturan dan pedoman mengenai inventarisasi emisi gas rumah kaca dan pelaporan penurunan emisi gas rumah kaca. Tujuan dari inventarisasi emisi gas rumah kaca adalah untuk memberikan informasi mengenai tingkat emisi gas rumah kaca yang secara akurat mewakili situasi saat ini. Oleh karena itu, kami secara rutin melaporkan inventarisasi emisi gas rumah kaca berdasarkan data aktivitas terkini dan menentukan faktor emisi gas rumah kaca yang digunakan untuk menghitung tingkat emisi gas rumah kaca sesuai dengan faktor emisi gas rumah kaca nasional.

Inventarisasi emisi gas rumah kaca dilakukan untuk mengetahui profil emisi gas rumah kaca pada periode tertentu. Kegiatan inventarisasi emisi gas rumah kaca telah dimulai sejak Tahun 2021, dan tingkat emisi gas rumah kaca telah dinilai untuk mendapatkan profil emisi gas rumah kaca yang akurat dan representatif dalam situasi saat ini. Inventarisasi Emisi GRK yang dilakukan pada Tahun ini juga mencakup pemutakhiran Inventarisasi Emisi GRK dari Tahun 2021 hingga 2023. Selain perubahan data aktivitas, faktor emisi GRK yang digunakan untuk menghitung tingkat emisi GRK juga mengalami perubahan akibat dampak emisi GRK nasional. Faktor emisi yang mengalami perubahan akibat adanya penelitian yang dilakukan oleh lembaga terkait. Oleh karena itu, tingkat emisi gas rumah kaca dari pemutakhiran inventarisasi emisi gas rumah kaca dipertahankan pada Tahun 2023.

Besaran emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Setelah dilakukan estimasi dengan menggunakan permodelan yang bertujuan untuk melakukan proyeksi bagaimana besaran emisi GRK yang ditimbulkan dari masing-masing sektor, maka dapat disimpulkan bahwa pada Tahun 2023 potensi emisi GRK Kota Jambi sebesar 4.277,53 Gg CO<sub>2</sub> Eq dan pada Tahun 2030 sebesar 3.449,71 Gg CO<sub>2</sub> Eq.



Tabel 1. Timbulan Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi 2023

Sektor	Gg CO2 Eq
Energi	3.914,28
AFOLU	251,56
Limbah	111,56
IPPU	0,13
Total	4.277,53

Sumber: Hasil Perhitungan Sign Smart, 2023

Kontribusi besaran emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang tertinggi terdapat pada sektor energi dengan nilai emisi GRK sebesar 3.914,28 Gg CO2 Eq atau setara dengan 91%, selanjutnya untuk sektor AFOLU menghasilkan emisi GRK sebesar 251,56 Gg CO2 Eq atau setara dengan 6% dan untuk sektor limbah menghasilkan emisi GRK sebesar 111,56 Gg CO2 Eq atau setara dengan 3% sementara kontribusi emisi terendah dihasilkan pada sektor IPPU dengan nilai emisi hanya sebesar 0,13 Gg CO2 Eq atau setara dengan 0%.



Timbulan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan selama 2023 untuk masing-masing sektor dipengaruhi oleh beberapa factor yang berbeda-beda. Pada Tahun 2023 sumber emisi yang berkontribusi terhadap emisi paling tinggi yaitu: (1) sektor energi; (2) sektor AFOLU; (3) sektor Limbah; (4) sektor IPPU.

## 1. Sektor energi

Hasil persentase emisi GRK yang bersumber dari sektor energi yang merupakan kontributor tertinggi emisi GRK Kota Jambi dengan persentase sebesar 91%. Diataranya bersumber dari transportasi sebesar 2.038,25 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 53,18%, LPG 284,43 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 7,23%, industri manufaktur sebesar 1.267,26 atau setara 32,38%, bahan bakar pembangkit listrik 281,10 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 7,18% dari emisi yang ditimbulkan pada sektor energi.

hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sub-sektor tidak bergerak di Kota Jambi Tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 1.828,29 Gg CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,10 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 1.832,79 Gg CO<sub>2</sub> Eq. Perhitungan emisi GRK Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi 2023 menunjukkan bahwa menggunakan bahan bakar transportasi pada Tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 2.038,35 Gg CO<sub>2</sub> sementara untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,592 CH<sub>4</sub> Gg dan N<sub>2</sub>O sebesar 0,102 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 2.081,48 Gg CO<sub>2</sub> Eq

Faktor lain yang mempengaruhi tren emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kota Jambi yaitu jumlah dan jenis bahan bakar yang digunakan untuk transportasi. Adanya kebijakan terkait penggunaan standar minimal bahan bakar yang tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2017 tentang baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor tipe baru kategori M, kategori N, dan kategori O yang mengisyaratkan standar minimal penggunaan BBM RON 91. Adanya kebijakan tersebut merupakan salah satu langkah dalam pengurangan penggunaan bahan bakar jenis premium (88). Dan tertuang juga didalam Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral nomor 110 Tahun 2022 tentang standar dan mutu



(spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin (gasoline) ron 91 dan ron 95 yang dipasarkan di dalam negeri.

Jumlah konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan di Kota Jambi, karena masing-masing jenis kendaraan menggunakan bahan bakar yang berbeda. Bahan bakar solar banyak digunakan untuk mesin diesel pada kendaraan seperti truk, bus, alat berat serta lokomotif. Sementara itu untuk bahan bakar bensin banyak digunakan di jenis mobil penumpang berukuran sedang dan kecil termasuk mobil pribadi. Artinya, jika dilihat dari jenis BBMnya maka peningkatan jumlah BBM dipicu karena adanya peningkatan jumlah kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan di Kota Jambi Tahun 2023 mengalami peningkatan sebesar 960.222 unit, jumlah terbanyak didominasi oleh kendaraan mobil penumpang sebesar 13.269 unit setara dengan 11,72% dan sepeda motor sebesar 753.506 unit setara dengan 78,47% dari jumlah kendaraan.

## 2. Sektor AFOLU

Sektor AFOLU menghasilkan total persentase emisi GRK yang dihasilkan sebesar 6%. Diataranya terbagi menjadi 3 sub-sektor antara lain, sub-sektor perternakan menghasilkan sebesar 4,38 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 1,74%, Sub-sektor pertanian sendiri menghasilkan emisi GRK sebesar 25,86 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 20,56% dan sub-sektor kehutanan menghasilkan 221,33 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 87,98%.

Timbulan emisi GRK untuk sub-sektor perternakan di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,09 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor perternakan sebesar 4,38 Gg CO<sub>2</sub> Eq. Timbulan emisi GRK untuk sub-sektor pertanian di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 0,02 Gg CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,26Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,07 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor pertanian sebesar 26,89 Gg CO<sub>2</sub> Eq. Timbulan emisi GRK untuk sub-sektor kehutanan emisi/serapan CO<sub>2</sub> dari perubahan lahan Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 221,33 Gg CO<sub>2</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 221,33 Gg CO<sub>2</sub> Eq



Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari kotoran ternak di Kota Jambi merupakan isu yang perlu mendapat perhatian serius, mengingat potensi besar sektor peternakan dalam memengaruhi kualitas lingkungan. Kota Jambi memiliki populasi ternak yang cukup signifikan, terutama sapi, kambing, dan unggas, yang masing-masing menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar. Kotoran ternak mengandung metana ( $\text{CH}_4$ ) dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dua gas rumah kaca yang memiliki dampak pemanasan global lebih tinggi dibandingkan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Metana dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik pada sistem pencernaan hewan dan pemecahan kotoran, sedangkan dinitrogen oksida berasal dari proses dekomposisi unsur nitrogen dalam kotoran. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca di aplikasi Sign Smart dilakukan dengan menghitung jumlah potensi kotoran ternak berdasarkan jumlah ternak sehingga diketahui jumlah emisi gas Metana yang dihasilkan. Produksi ayam broiler yang cukup tinggi di Kota Jambi jika dibandingkan dengan jenis ternak lain. Jumlah ayam broiler di Kota Jambi pada Tahun 2023 adalah sebesar 901.258 ekor. Berdasarkan perhitungan sign smart tahun 2023 jumlah potensi emisi GRK tertinggi terdapat pada ayam boiler sebesar 0,0035 Gg  $\text{CH}_4$ .

### 3. Sektor Limbah

Sektor limbah menghasilkan persentase total emisi sebesar 3% di antaranya berasal dari pembuangan akhir sampah padat sebesar 0,21 Gg/ $\text{CO}_2$  Eq setara 0,19%, pengolahan limbah padat secara biologi sebesar 0,29 Gg/ $\text{CO}_2$  Eq setara 0,26%, pembuangan air limbah domestik sebesar 77,91 setara 69,84%, serta pengolahan dan pembuangan air limbah industri sebesar 33,15 setara 29,72%,

Timbulan emisi GRK untuk sub-sektor limbah padat Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter  $\text{CH}_4$  sebesar 0,01 Gg  $\text{CH}_4$  sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor limbah padat sebesar 0,49 Gg  $\text{CO}_2$  Eq. Timbulan emisi GRK untuk Sub-sektor Air Limbah Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter  $\text{CH}_4$  sebesar 4,32 Gg  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  sebesar 0,07 Gg  $\text{N}_2\text{O}$  sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 111,06 Gg  $\text{CO}_2$  Eq.



#### 4. Sektor IPPU

Sektor IPPU memberikan kontribusi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang relative kecil dibandingkan sektor-sektor lainnya hanya sebesar 0,13 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau 0% dari total emisi GRK di Kota Jambi. Perhitungan sektor IPPU hanya menghitung penggunaan produk pelumas untuk kegiatan industry crumb rubber yang ada di Kota Jambi dengan Jumlah industry yang masih beroperasial pada Tahun 2023 terdapat 3 industri *crumb rubber*.

#### 5. Analisa Kategori (Key Category)

Analisa Kategori Kunci (*Key Category*) dilakukan dengan menghitung total besaran emisi GRK yang dihasilkan oleh 4 sektor perhitungan di Kota Jambi tahun 2023 adalah sebesar 4.277,53 Gg CO<sub>2</sub> Eq



## DAFTAR ISI

RINGKASAN EKSEKUTIF .....	ii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
KATA PENGANTAR	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Dasar Hukum .....	3
1.3. Tujuan dan Sasaran .....	3
1.3.1 Maksud .....	3
1.3.2 Tujuan.....	4
1.4. Keluaran .....	4
1.5. Sistematika Pelaporan .....	4
BAB II GAMBARAN UMUM	
2.1 Gambaran Umum Kota Jambi.....	7
2.1.1 Kondisi Geografis.....	7
2.1.2 Kondisi Demografis .....	12
2.2 Kebutuhan Data.....	14
BAB III METODELOGI	
2.1 Gas Rumah Kaca dan Pemanasan Global .....	16
2.2 Aktivitas Manusia dan Sumber Emisi Gas Rumah Kaca .....	17
2.2.1 Pengelolaan Limbah .....	17
2.2.1.1 Limbah Padat Domestik Dan Industri .....	17
2.2.1.2 Air Limbah Domestik Dan Industri.....	19
2.2.2 Proses Industri Penggunaan Produk (IPPU).....	20
2.2.3 Pengadaan dan Penggunaan Energi.....	21
2.2.3.1 Jenis emisi gas rumah kaca dari sektor energi.....	23
2.2.4 AFOLU .....	24



2.2.4.1 Jenis emisi gas rumah kaca dari sektor .....	24
2.3 Metodologi Perhitungan GRK .....	24
2.2.1.1. Sektor Limbah .....	24
2.2.1.2. Sektor IPPU .....	27
2.2.1.3. Sektor Energi .....	27
2.2.1.4. Sektor AFOLU .....	30

#### BAB IV INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA

4.1. Pengaturan Kelembagaan Pelaksanaan Inventarisasi Emisi/Serapan Gas Rumah Kaca di Kota Jambi .....	41
4.2. Sumber-sumber Emisi dan Serapan GRK.....	43
4.2.1. Sektor Energi .....	43
4.2.2. Sumber Emisi GRK Sektor IPPU.....	45
4.2.3. Sumber Emisi GRK Sektor AFOLU .....	45
4.2.4. Sektor Limbah .....	46
4.3. Data Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca .....	47
4.3.1. Sektor Energi .....	47
4.3.2. Sektor IPPU .....	49
4.3.3. Sektor AFOLU .....	50
4.3.3.1. Subsektor Pertenakan .....	50
4.3.3.2. Subsektor Pertanian.....	50
4.3.3.3. Subsektor Kehutanan.....	52
4.3.4. Sektor Limbah .....	52
4.3.4.1. Limbah Padat.....	52
4.3.4.2. Sub-sektor Air Limbah .....	54

#### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca .....	56
5.2 Hasil Perhitungan Sektor Energi .....	56
5.2.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak.....	56
5.2.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak.....	58
5.3 Sektor IPPU.....	60
5.4 Sektor AFOLU .....	62



5.4.1 Subsektor Peternakan .....	62
5.4.2 Subsektor Pertanian.....	68
5.4.3 Subsektor Kehutanan.....	71
5.5 Sektor Limbah.....	72
5.5.1. Limbah Padat.....	72
5.5.2. Air Limbah .....	75
5.5.2.1. Air Limbah Domestik.....	75
5.5.2.2. Air Limbah Industri .....	77
5.6 Profil Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca .....	79
5.7 Proyeksi Emisi Gas Rumah Kaca dan Perkiraan Penurunan .....	81
<b>BAB VI ANALISIS KETIDAKPASTIAN DAN KATEGORI KUNCI</b>	
6.1. Analisis Ketidakpastian.....	84
6.2. Kategori Kunci .....	87
<b>BAB VII PENGENDALIAN DAN PENJAMIN MUTU</b>	
7.1. Sistem Pengendalian dan Penjamin Mutu.....	89
<b>BAB VIII RENCANA PERBAIKAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI</b>	
<b>BAB IX KESIMPULAN DAN REKOMENDASI</b>	
9.1 Kesimpulan .....	95
9.2 Rekomendasi .....	95
DAFTAR PUSTAKA .....	97



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Profil Penggunaan Lahan di Kota Jambi Berdasarkan Kecamatan.....	8
Tabel 2. 2 Kebutuhan Data.....	14
Tabel 3. 1 Kategori Sumber Emisi dari Kegiatan Energi.....	23
Tabel 3. 2 Faktor Emisi Pembakaran Stationer di Industri Energi.....	28
Tabel 3. 3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia.....	29
Tabel 3. 4 Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik.....	31
Tabel 3.5 Struktur Populasi Sapi Pedaging, Sapi Perah dan Kerbau (%).....	31
Tabel 3.6 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak.....	33
Tabel 3.7. Faktor Emisi untuk menghitung emisi N <sub>2</sub> O dari Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia.....	35
Tabel 3.8. Faktor Skala Berdasarkan Rejim Air.....	37
Tabel 3.9. Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas Pertanian.....	39
Tabel 4. 1 Kelembagaan inventarisasi emisi GRK di Kota Jambi.....	42
Tabel 4. 2 Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit Listrik Kota Jambi Tahun 2021-2023....	47
Tabel 4. 3 Komsumsi Pembakaran Bahan Bakar pada Industri Manufaktur & Konstruksi Kota Jambi 2021-2023.....	48
Tabel 4. 4 Konsumsi Pembakaran Bahan Bakar LPG Rumah Tangga Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	48
Tabel 4. 5 Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi 2019-2023.....	48
Tabel 4. 6 Jumlah Kendaraan Di Kota Jambi Tahun 2021-2023.....	49
Tabel 4. 7 Penggunaan Pelumas Industri Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	49
Tabel 4. 8 Populasi Ternak Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	50
Tabel 4. 9 Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Padi Kota Jambi Tahun 2019-2023..	51
Tabel 4. 10 Total Penggunaan Pupuk Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	51
Tabel 4. 11 Luas Lahan Tanaman Pangan Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	51
Tabel 4. 12 Luas Lahan Tanaman Hortikultura Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	51
Tabel 4. 13 Luas Tutupan Lahan Kota Jambi Tahun 2021-2023.....	52
Tabel 4. 14 Data Kependudukan Kota Jambi.....	52
Tabel 4. 15 Timbulan Sampah Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	53
Tabel 4. 16 Distribusi Pengelolaan Sampah Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	54
Tabel 4. 17 Komposisi Sampah di TPA Talang Gulo Kota Jambi Tahun 2019-2023.....	54
Tabel 4. 18 . Persentase Pembuangan Air Limbah Domestik Kota Jambi.....	55



Tabel 4. 19 Kapasitas Produksi Crumb Rubber Kota Jambi Tahun 2023 .....	55
Tabel 5. 1 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari Penggunaan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Kota Jambi Tahun 2023.....	56
Tabel 5. 2 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari penggunaan Pembakaran Bahan Bakar di Manufaktur Kota Jambi Tahun 2023 .....	57
Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari Penggunaan Bahan Bakar Rumah Tangga Kota Jambi Tahun 2023.....	57
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sumber Tidak Bergerak Tahun 2023 .....	58
Tabel 5. 5 Perhitungan Emisi GRK Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi Tahun 2023.....	59
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor Energi Kota Jambi Tahun 2023 ....	60
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi CO <sub>2</sub> pada Penggunaan Pelumas Kota Jambi Tahun 2023.....	61
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor IPPU Kota Jambi Tahun 2023.....	62
Tabel 5. 9 FE Fermentasi Enterik per jenis ternak .....	63
Tabel 5. 10 Perhitungan Timbulan Emisi CH <sub>4</sub> dari Fermentasi Enterik Peternakan Kota Jambi Tahun 2023 .....	63
Tabel 5. 11 FE CH <sub>4</sub> dari Pengelolaan Limbah Ternak.....	64
Tabel 5. 12 Perhitungan Timbulan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023.....	65
Tabel 5. 13 Perhitungan Timbulan Emisi N <sub>2</sub> O secara langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023 .....	66
Tabel 5. 14 Perhitungan Timbulan Emisi N <sub>2</sub> O Secara Tidak Langsung Dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023 .....	67
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Perternakan Kota Jambi Tahun 2023 Kota Jambi Tahun 2023 .....	68
Tabel 5. 16 Perhitungan Timbulan Emisi CO <sub>2</sub> dari Penggunaan Pupuk UREA Kota Jambi Tahun 2023.....	68
Tabel 5. 17 Timbulan Emisi N <sub>2</sub> O Secara Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian Kota Jambi Tahun 2023 .....	69
Tabel 5. 18 Timbulan Emisi N <sub>2</sub> O Secara Tidak Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian Tahun 2023.....	70
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-Sektor Pertanian Kota Jambi Tahun 2023 .....	70



Tabel 5. 21 Perubahan Lahan Kota Jambi Tahun 2021-2023.....	71
Tabel 5. 22 Emisi/Serapan CO <sub>2</sub> (Gg) dari Perubahan Lahan .....	71
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor AFOLU Kota Jambi Tahun 2023	72
Tabel 5. 24 Timbulan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengelolaan Limbah Padat .....	73
Tabel 5. 25 Pengolahan Sampah secara Biologi .....	73
Tabel 5. 26 FE Pengolahan Sampah secara Biologi.....	74
Tabel 5. 27 Emisi GRK Pengolahan Sampah Secara Biologi .....	74
Tabel 5. 28 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Limbah Padat Kota Jambi Tahun 2023 .....	74
Tabel 5. 29 Kapasitas Produksi Gas Metana per Jenis Sistem Pengolahan .....	75
Tabel 5. 30 Perhitungan Timbulan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengelolaan Air Limbah Domestik Kota Jambi tahun 2023 .....	76
Tabel 5. 31 Besaran Konsumsi Protein Per Kapita Kota Jambi .....	76
Tabel 5. 32 Emisi GRK Air Limbah Domestik Kota Jambi Tahun 2023 .....	77
Tabel 5. 33 Kapasitas Produksi Air Limbah Industri .....	77
Tabel 5. 34 Perhitungan Timbulan Emisi CH <sub>4</sub> dari Pengelolaan Air Limbah Industri <i>Crumb Rubber</i> Kota Jambi tahun 2023.....	78
Tabel 5. 35 Emisi GRK Air Limbah Industri Kota Jambi.....	78
Tabel 5. 36 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Air Limbah Kota Jambi Tahun 2023 .....	78
Tabel 5. 37 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor Limbah Kota Jambi Tahun 2023	78
Tabel 5. 38 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi 2023 .....	79
Tabel 5. 39 Rekapitulasi Proyeksi Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi ..	81
Tabel 5. 40 Skenario Penurunan Emisi GRK Kota Jambi Berdasarkan Skenario Fair dan Ambitious.....	82
Tabel 7. 1 Prosedur dan Realisasi Pengendalian Mutu Inventarisasi GRK Kota Jambi ...	90
Tabel 8. 1 Rencana Perbaikan Inventarisasi GRK Kota Jambi .....	94



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kategori Sumber Utama Emisi GRK Dari kegiatan Pengelolaan Limbah...	17
Gambar 3. 2 Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi .....	22
Gambar 3. 3 Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi .....	22
Gambar 3. 4 Pendekatan Sektoral (Bottom Up) .....	28
Gambar 4. 1 Pengaturan kelembagaan inventarisasi emisi/serapan GRK .....	42
Gambar 4. 2 Sumber emisi GRK dari sistem energi .....	44
Gambar 4. 3 Sumber emisi GRK <i>direct</i> dari kegiatan energi .....	45
Gambar 4. 4 Sumber emisi sektor pertanian .....	46
Gambar 4. 5 Cakupan aktivitas penghasil emisi GRK sektor limbah .....	47
Gambar 5. 1 Kontributor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi Tahun 2023 .....	80



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2. 1 Penggunaan Lahan di Kota Jambi .....	12
Grafik 2. 2 Pertumbuhan Penduduk Tahun 2021-2023 .....	12
Grafik 5. 1 Timbulan Emisi GRK Sektor Energi Kota Jambi Tahun 2023 .....	60
Grafik 5. 2 Timbulan Emisi GRK Sektor IPPU Kota Jambi Tahun 2023 .....	62
Grafik 5. 3 Timbulan Emisi GRK Sektor AFOLU Kota Jambi Tahun 2023 .....	72
Grafik 5. 4 Timbulan Emisi GRK Sektor Limbah Kota Jambi Tahun 2023 .....	79
Grafik 5. 5 Tren Kecenderungan Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg) Kota Jambi Tahun 2023 Kota Jambi .....	82
Grafik 5. 6 Skenario Penurunan Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg) Kota Jambi Berdasarkan Skenario Fair dan Ambitious.....	83



## KATA PENGANTAR

Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menyatakan bahwa pengerusakan lingkungan adalah tindakan manusia yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap fisik kimia dan atau hayati lingkungan hidup sehingga melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan dimana kriteria baku kerusakan lingkungan hidup merupakan satu instrumen pencegahan pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup. Tak terkecuali adanya dampak negatif pemanasan global yang diakibatkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Untuk itu bersama ini telah disusun sebuah bentuk laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca.

Kegiatan penyusunan dokumen inventarisasi emisi GRK ini dilaksanakan atas kerjasama OPD terkait yang ada di Kota Jambi. Untuk itu bersama ini telah disusun sebuah bentuk laporan dalam kegiatan inventarisasi emisi gas rumah kaca yang mengacu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73 /MENLHK /SETJEN /KUM.1 /12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.

Tujuan dari dokumen inventarisasi emisi gas rumah kaca ini dapat digunakan untuk memantau besaran potensi emisi dan serapan gas rumah kaca di Kota Jambi pada tahun 2023. Data inventarisasi emisi GRK ini akan dijadikan dasar penyusunan Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK Kota Jambi dan akan berkontribusi pada Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK Provinsi Jambi dan Rencana Aksi Nasional (RAN) Penurunan GRK Nasional. Data yang digunakan dalam perhitungan ini juga digunakan pada entri di Sistem Informasi Gas Rumah Kaca Nasional (SIGN-GRK). Kegiatan penyusunan dokumen inventarisasi emisi GRK ini dilaksanakan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi dan kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan dokumen inventarisasi dan profil emisi gas rumah kaca ini, kami ucapkan terima kasih.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* telah meluncurkan Laporan Khusus tentang Pemanasan Global 1,5 Derajat (*Special Report on Global Warming of 1.5C*). Laporan ini memuat berbagai dampak akibat pemanasan global pada kesehatan manusia, ketahanan pangan, ekosistem, dan lain sebagainya. Dampak tersebut dapat dihindari dengan membatasi kenaikan temperatur 1,5 derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) diatas temperatur rata-rata sebelum masa pra-industri. Dampak perubahan iklim secara global telah menjadi perhatian utama masyarakat internasional, termasuk Indonesia. Sebagai negara kepulauan yang memiliki berbagai sumber daya alam, keanekaragaman hayati yang tinggi serta populasi penduduk yang sangat besar, Indonesia sangat rentan terhadap dampak negatif pemanasan global yang diakibatkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.

Pelaksanaan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kota Jambi bertujuan untuk memberikan informasi secara berkala, status dan tren perubahan emisi dan serapan gas rumah kaca, termasuk penghematan karbon, selama periode waktu tertentu di sektor energi, limbah, IPPU dan AFOLU pada suatu wilayah . Informasi ini akan digunakan sebagai masukan untuk menganalisis perkembangan emisi gas rumah kaca di Kota Jambi. Hasil inventarisasi dan perhitungan emisi akan digunakan sebagai bahan referensi untuk menganalisis peran Kota Jambi dalam kegiatan mengatasi dampak perubahan iklim di tingkat Provinsi Jambi.

Kegiatan ini mencakup kegiatan melakukan menginventarisasi data aktivitas yang digunakan untuk perhitungan inventarisasi GRK di wilayah Kota Jambi, yang meliputi sektor energi, IPPU, limbah dan AFOLU. Inventarisasi GRK di sektor energi meliputi emisi GRK di industri, transportasi, rumah tangga, dan bangunan komersial; sektor IPPU meliputi emisi GRK di proses industri dan penggunaan produk; sektor limbah meliputi emisi GRK pada pengolahan limbah padat dan Air



Limbah; sedangkan sektor AFOLU mencakup serapan GRK dari Ruang Terbuka Hijau (RTH).

Perangkat kebijakan penyelenggaraan inventarisasi GRK diatur di dalam Perpres 71/2011 dan Permenlhk 73/2017. Sesuai mandat yang tercantum di dalam kedua regulasi tersebut, penyusunan inventarisasi GRK nasional melibatkan partisipasi aktif Pemerintah Sub-Nasional (Provinsi, Kabupaten dan Kota). Dalam pengembangan inventarisasi GRK Nasional, peran Pemerintah Daerah akan diperkuat secara berkelanjutan, melalui pendekatan top-down dan bottom-up. Tujuannya adalah agar perhitungan yang dilakukan di tingkat Nasional dapat dibandingkan dengan agregasi hasil perhitungan yang dilakukan pemerintah daerah.

Dalam pelaksanaannya, penyelenggaraan inventarisasi GRK mengacu pada pedoman yang ditetapkan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC Guidelines)* 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* dan *The 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands* serta memperhatikan *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC guideline 2006 juga telah ditetapkan sebagai panduan yang digunakan untuk penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disingkat GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer. Baik alami maupun antropogenik yang menyerap dan memancarkan Kembali radiasi inframerah. Inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapannya.



## 1.2. Dasar Hukum

Landasan hukum Inventarisasi Gas Rumah Kaca di Kota Jambi Tahun 2024 adalah sebagai berikut:

1. Pasal 4 ayat (1) Undang-undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
2. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Ratifikasi Konvensi Perubahan Iklim, yang mewajibkan Indonesia untuk melakukan pelaporan tingkat emisi GRK nasional dan upaya-upaya mitigasi perubahan iklim pada dokumen komunikasi nasional (national communication; pasal 12 Konvensi);
3. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Nomor 5059);
4. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Pasal 65 ayat (3) huruf a, bahwa untuk perumusan kebijakan perubahan iklim dilakukan inventarisasi emisi GRK
5. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK);
6. Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional;
7. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 tahun 2021 tentang Program Kampung Iklim;
8. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional;

## 1.3. Tujuan dan Sasaran

### 1.3.1 Maksud

Maksud dilaksanakannya kegiatan Inventarisasi dan Profil Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi adalah untuk:

1. Menyediakan informasi profil emisi Gas Rumah Kaca dari sektor energi, limbah (padat dan cair), proses industri dan penggunaan produk (Industrial



Processes and Product Use/ IPPU), dan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU) di Kota Jambi untuk data tahun 2023.

2. Menyediakan Database Inventarisasi dan Profil emisi GRK Kota Jambi tahun 2023.
3. Mendapatkan hasil analisis data inventarisasi dan profil emisi GRK tahun 2023

### **1.3.2 Tujuan**

Penyusunan Inventarisasi GRK merupakan kegiatan penyelenggaraan, perolehan dan pemutakhiran data dan informasi emisi/serapan GRK secara periodik dari berbagai sumber emisi (*source*), serapan (*sink*), dan simpanan (*stock*). Selain itu, pelaksanaan kegiatan ini secara umum juga bertujuan untuk:

1. Diperolehnya informasi inventarisasi dan profil emisi gas rumah kaca dari sektor energi, limbah, proses industri dan penggunaan produk (IPPU), pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya (AFOLU) di Kota Jambi untuk data tahun 2023.
2. Tersedianya Database Inventarisasi dan Profil emisi GRK Kota Jambi tahun 2023.
3. Menganalisis hasil data inventarisasi dan profil emisi GRK tahun 2023.

### **1.4. Keluaran**

Sesuai dengan tujuan dari kegiatan ini maka diharapkan akan menghasilkan sebuah dokumen kerja untuk pedoman pelaksanaan kegiatan menurunkan emisi gas rumah kaca, dimana dokumen tersebut berisi informasi mengenai tingkat, status dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi di Kota Jambi tahun 2024.

### **1.5. Sistematika Pelaporan**

Penyusunan Penyusunan Inventarisasi GRK dilaksanakan sebagai laporan pertanggungjawaban kegiatan. Pada laporan tersebut memuat analisis data terkait estimasi emisi dan serapan GRK serta tingkat dan estimasi GRK. Susunan pelaporan dapat dilihat sebagaimana berikut:



## **BAB I Pendahuluan**

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Dasar Hukum
- 1.3 Maksud dan Tujuan
  - 1.3.1 Maksud
  - 1.3.2 Tujuan
- 1.4 Keluaran
- 1.5 Sistematika Pelaporan

## **BAB II Gambaran Umum**

- 2.1 Gambaran Umum Kota Jambi
  - 2.1.1 Kondisi Geografis
  - 2.1.2 Kondisi Demografis
- 2.2 Kebutuhan Data

## **BAB III Metodologi**

- 3.1 Gas Rumah Kaca dan Pemanasan Global
- 3.2 Aktivitas Manusia dan Sumber Emisi Gas Rumah Kaca
- 3.3 Metodologi Perhitungan GRK
  - 3.3.1 Sektor Energi
  - 3.3.2 Sektor IPPU
  - 3.3.3 Sektor AFOLU
  - 3.3.4 Sektor Limbah

## **BAB IV Inventarisasi Emisi Gas Rumah**

- 4.1 Pengaturan Kelembagaan Pelaksanaan Inventarisasi Emisi/ Serapan Gas Rumah Kaca.
- 4.2 Sumber Emisi Gas Rumah Kaca
  - 4.2.1 Sektor Energi
  - 4.2.2 Sektor IPPU
  - 4.2.3 Sektor AFOLU
  - 4.2.4 Sektor Limbah
- 4.3 Data Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca
  - 4.3.1 Sektor Energi



4.3.2 Sektor IPPU

4.3.3 Sektor AFOLU

4.3.4 Sektor Limbah

## **BAB V Analisis dan Pembahasan**

5.1 Sektor Energi

5.1.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

5.1.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

5.2 Sektor IPPU

5.3 Sektor AFOLU

5.3.1 Subsektor Peternakan

5.3.2. Subsektor Pertanian

5.3.3 Subsektor Kehutanan

5.4 Sektor Limbah

5.4.1 Limbah Padat

5.4.2 Limbah Cair

5.5 Profil Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

## **BAB VI Analisis Ketidakpastian dan Kategori Kunci**

6.1 Kategori Kunci

6.2 Analisis Ketidakpastian

## **BAB VII Pengendalian dan Penjamin Mutu**

7.1 Sistem Pengendalian dan Penjaminan Mutu

## **BAB VIII Rencana Perbaikan Penyelenggaraan Inventarisasi**

## **BAB IX Kesimpulan dan Rekomendasi**

9.1 Kesimpulan

9.2 Rekomendasi



# **BAB II**

## **GAMBARAN UMUM**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **2.1 Gambaran Umum Kota Jambi**

##### **2.1.1 Kondisi Geografis**

Kota Jambi merupakan Ibukota Provinsi Jambi yang lebih dikenal dengan sebutan “Tanah Pilih Pesako Betuah”. Wilayah Kota Jambi dikelilingi oleh wilayah Kabupaten Muaro Jambi baik dari arah Utara, Selatan, Barat maupun di sebelah Timur. Secara geografi wilayah Kota Jambi terletak di antara : 01°030'2,98" sampai dengan 01°040'1,07" Lintang Selatan dan 103°40'1,67" sampai dengan 103°40'022" Bujur Timur dengan luas keseluruhan wilayah Kota Jambi ± 169,85 Km<sup>2</sup> terdiri dari 11 kecamatan dan 68 kelurahan. Berdasarkan hasil Interpretasi Peta Citra (2021) Dan Revisi RTRW Kota Jambi Tahun 2024-2044 diketahui sebagian besar wilayah Kota Jambi mempunyai kelerengannya antara 0 – 2% yaitu seluas 9.213,13 hektar dari luas keseluruhan Kota Jambi. Wilayah dengan kelerengannya 2 – 8% seluas 4.312,54 hektar, dan kemiringannya 8 – 15% seluas 2.538,07 hektar. Jika dilihat penyebarannya pada masing-masing kecamatan, kemiringan lereng 0 – 2% tersebar di seluruh kecamatan, luas terbesar terdapat di Kecamatan Paal Merah yaitu masing-masing seluas 1.914,18 hektar. Kelerengannya 2 – 8% terbesar di Kecamatan Kota Baru seluas 1.671,58 hektar, dan kelerengannya 8 – 15% terbesar di Kecamatan Alam Barajo seluas 1.501,39 hektar.

Pada umumnya wilayah Kota Jambi dan sekitarnya beriklim tropis dengan dipengaruhi oleh dua musim, yaitu Musim Barat dan Musim Timur. Pada saat Musim Barat angin bertiup ke arah barat yang biasanya terjadi pada bulan April – bulan Oktober, sementara pada Musim Timur angin bertiup ke arah Timur dan Selatan yang berlangsung pada bulan Oktober – bulan April. Musim kemarau umumnya terjadi pada bulan Mei sampai bulan September dan musim hujan terjadi pada bulan Oktober sampai bulan April. Selama tahun 2023 rata-rata suhu di Kota Jambi berkisar antara 26,50°C sampai 28,50°C. Dengan suhu maksimum 35,30°C yang terjadi pada bulan Oktober dan suhu minimum 21,80°C terjadi pada bulan Januari. Curah hujan di Kota Jambi selama tahun 2023 beragam antara 42,80 mm



sampai 320,40 mm, dengan jumlah hari hujan antara 6 hari sampai 26 hari per bulannya. Kecepatan angin di tiap bulan hampir merata antara 11 knots hingga 18 knots. Sedangkan rata-rata kelembaban udara berkisar 75,00% - 85,70%

Administrasi Kota Jambi berdasarkan PP No 6 Tahun 1986 memiliki luas sekitar 20.538 ha, sedangkan berdasarkan Permendagri No. 88 Tahun 2017 Bts. Kota Jambi - Muaro Jambi sekarang memiliki luasan sekitar 16.982,57 ha, adanya terjadi deviasi sekitar sebesar 3.555 ha. Pola penggunaan lahan non terbangun di Kota Jambi masih lebih luas dibandingkan dengan lahan terbangun. Lahan terbangun pada saat ini sekitar 35,77 %, sementara non terbangun sekitar 64,23 %. Pemanfaatan lahan secara terbangun terdiri dari untuk fungsi permukiman Sementara lahan non terbangun masih berfungsi sebagai lahan kosong, ladang, kebun, belukar, lapangan, dan TPU. Penggunaan lahan di Kota Jambi disajikan pada Tabel 2.1 dan Grafik 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Profil Penggunaan Lahan di Kota Jambi Berdasarkan Kecamatan

No	Kecamatan	Guna Lahan	Luas (Ha)		
1	Alam Barajo	Belukar	52		
		Hutan	376,34		
		Industri dan Pergudangan	0,08		
		Kesehatan	4,24		
		Pemukaman	20,24		
		Pendidikan	0,34		
		Perdagangan dan Jasa	113,66		
		Permukiman	876,48		
		Tanah Kosong	280,67		
		Tegal/Ladang	1.877,12		
		Terminal	3,97		
		<b>Alam Barajo Total</b>			<b>3.605,13</b>
		2	Danau Sipin	Belukar	4,4
Kesehatan	1,51				
Pemukaman	3,77				
Pendidikan	6,86				
Perdagangan dan Jasa	56,42				
Perkantoran	0,03				
Permukiman	306,24				
Pertahanan dan Keamanan	8,38				
Tanah Kosong	41,27				
Tegal/Ladang	138,24				
Tubuh Air	160,49				



No	Kecamatan	Guna Lahan	Luas (Ha)
<b>Danau Sipin Total</b>			<b>727,61</b>
3	Danau Teluk	Belukar	1,13
		Hutan	460,49
		Kesehatan	0,2
		Permukiman	63,89
		Pertahanan dan Keamanan	0,08
		Sawah	192,4
		Tanah Kosong	60,34
		Tegal/Ladang	339,79
		Tubuh Air	225,8
<b>Danau Teluk Total</b>			<b>1.344,13</b>
4	Jambi Selatan	Belukar	1,92
		Hutan	0,94
		Kesehatan	0,81
		Pemukaman	1,76
		Pendidikan	1,56
		Perdagangan dan Jasa	29,85
		Permukiman	528,89
		Pertahanan dan Keamanan	4,66
		Tanah Kosong	42,3
		Tegal/Ladang	147,34
<b>Jambi Selatan Total</b>			<b>760,03</b>
5	Jambi Timur	Belukar	1,29
		Hutan	101,26
		Industri dan Pergudangan	1,36
		IPA	0,81
		Kesehatan	2,29
		Pemukaman	2,34
		Pendidikan	0,28
		Perdagangan dan Jasa	56,21
		Permukiman	435,55
		Pertahanan dan Keamanan	8,52
		Sawah	67,76
		Tanah Kosong	51,57
		Tegal/Ladang	506,15
		Tubuh Air	131,53
		Wisata	0,67
<b>Jambi Timur Total</b>			<b>1.367,59</b>
6	Jelutung	Belukar	1,1
		Kesehatan	1,76
		Pemukaman	2,84
		Pendidikan	2,04
		Perdagangan dan Jasa	73,42
		Perkantoran	1
		Permukiman	486,9
		Pertahanan dan Keamanan	4,29



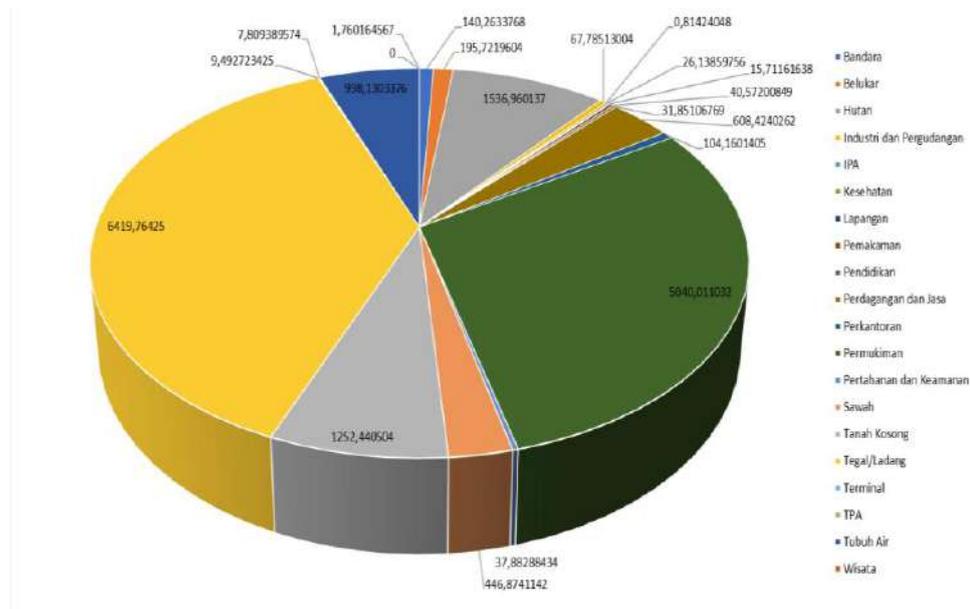
No	Kecamatan	Guna Lahan	Luas (Ha)
		Sawah	2,45
		Tanah Kosong	26,31
		Tegal/Ladang	156,34
		Tubuh Air	2,97
<b>Jelutung Total</b>			<b>761,42</b>
7	Kota Baru	Belukar	3,22
		Hutan	293,8
		Industri dan Pergudangan	45,8
		Kesehatan	1,51
		Pemukaman	3,23
		Pendidikan	0,12
		Perdagangan dan Jasa	94,77
		Perkantoran	43,67
		Permukiman	784,85
		Pertahanan dan Keamanan	3,89
		Tanah Kosong	377,65
		Tegal/Ladang	1.059,70
		Terminal	4,67
		TPA	7,81
		Tubuh Air	0,64
<b>Kota Baru Total</b>			<b>2.725,34</b>
8	Paal Merah	Bandara	140,26
		Belukar	9,23
		Industri dan Pergudangan	9,57
		Kesehatan	1,35
		Pemukaman	2,44
		Pendidikan	0,22
		Perdagangan dan Jasa	89,57
		Permukiman	889,51
		Pertahanan dan Keamanan	0,77
		Sawah	0,59
		Tanah Kosong	224,57
		Tegal/Ladang	1.055,23
		Tubuh Air	1,41
<b>Paal Merah Total</b>			<b>2.424,72</b>
9	Pasar Jambi	Kesehatan	0,43
		Pemukaman	1,88
		Pendidikan	0
		Perdagangan dan Jasa	77,82
		Permukiman	37,16
		Pertahanan dan Keamanan	3,02
		Tanah Kosong	7,29
		Tegal/Ladang	15,39
		Terminal	0,85
		Tubuh Air	22,69
		Wisata	0,47



No	Kecamatan	Guna Lahan	Luas (Ha)
<b>Pasar Jambi Total</b>			<b>166,99</b>
10	Pelayangan	Belukar	34,59
		Hutan	208,1
		Industri dan Pergudangan	10,98
		Pemukaman	0,38
		Permukiman	79,68
		Pertahanan dan Keamanan	0,04
		Sawah	106,66
		Tanah Kosong	53,89
		Tegal/Ladang	408,28
		Tubuh Air	165,79
		Wisata	0,63
<b>Pelayangan Total</b>			<b>1.069,01</b>
11	Telanaipura	Belukar	86,83
		Hutan	96,03
		Kesehatan	12,04
		Lapangan	15,71
		Pemukaman	1,69
		Pendidikan	20,43
		Perdagangan dan Jasa	16,71
		Perkantoran	59,45
		Permukiman	550,86
		Pertahanan dan Keamanan	4,24
		Sawah	77,01
		Tanah Kosong	86,58
		Tegal/Ladang	716,19
		Tubuh Air	286,81
<b>Telanaipura Total</b>			<b>2.030,59</b>
<b>Jumlah</b>			<b>16.982,57</b>

Sumber; Buku DIKPLHD Kota Jambi, 2024





Grafik 2. 1 Penggunaan Lahan di Kota Jambi

### 2.1.2 Kondisi Demografis

Berdasarkan data DIKPLHD Kota Jambi Tahun 2024, jumlah penduduk kota jambi selama kurun waktu tahun 2021-2023 secara keseluruhan mengalami kenaikan laju pertumbuhan penduduk. Pada tahun 2021 jumlah penduduk sebesar 612.162 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,93% sementara jumlah penduduk pada tahun 2023 sebesar 627.770 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,24%



Grafik 2. 2 Pertumbuhan Penduduk Tahun 2021-2023



Pada tahun 2023, jumlah penduduk Kota Jambi tercatat sebanyak 627.770 jiwa. Jumlah penduduk terbanyak berada di Kecamatan Alam Barajo sebanyak 114.200 jiwa, sedangkan jumlah penduduk terkecil berada di Kecamatan Pasar Jambi yakni sebanyak 11.360 jiwa



## 2.2 Kebutuhan Data

Berdasarkan gambaran umum dan metodologi yang akan digunakan maka berikut adalah kebutuhan data dalam kegiatan penyusunan dokumen inventarisasi dan Penyusunan Profil Emisi Gas Rumah Kaca

Tabel 2. 2 Kebutuhan Data

No	Sektor	Kebutuhan Data	Instansi
1	Limbah	1. Deskripsi TPA Kota Jambi	Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi
		2. Volume Sampah yang Masuk ke TPA	
		3. Komposisi Sampah di TPA Kota Jambi	
		4. Jenis dan Jumlah sarana jamban penduduk	Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi Dinas Kesehatan Kota Jambi
		5. Deskripsi Sistem IPAL Terpusat Kota Jambi	Dinas PUPR Kota Jambi
		6. Kapasitas Produksi <i>Crumb Rubber</i> Kota Jambi (Ton)	Industri Terkait
		7. Kapasitas Produksi Industri tekstil Kota Jambi (Ton)	Industri Terkait
		8. Kapasitas Produksi Industri Kopi Kota Jambi (Ton)	Industri Terkait
2	IPPU	1. Deskripsi Kawasan Industri Kota Jambi	Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kota Jambi
		2. Jenis-jenis Industri Besar Kota Jambi	
		3. Wilayah Industri Non Kawasan di Kota Jambi	
		4. Penggunaan Pelumas (Ton) dan Parafin (Ton) pada Tiap-tiap Unit Industri Kota Jambi	



No	Sektor	Kebutuhan Data	Instansi
3	ENERGI	1. Penggunaan Listrik Per Sektor Kota Jambi Tahun 2023	PT. PLN UPT Kota Jambi
		2. Jumlah kendaraan bermotor Kota Jambi tahun 2023	Dinas Perhubungan Kota Jambi
		3. Konsumsi BBM Tahun 2023 di Kota Jambi	PERTAMINA EP Jambi
		4. Konsumsi LPG Tahun 2023 di Kota Jambi	PERTAMINA EP Jambi
		5. Konsumsi Gas Alam Tahun 2023 di Kota Jambi	PT. Jambi Indoguna Internasional
		6. Konsumsi Bahan Bakar di Pembangkit Listrik yang ada di Kota Jambi (HSD dalam Kilo Liter)	PT. PLN UPT Kota Jambi
4	AFOLU	1. Luas Lahan Pertanian di Kota Jambi Tahun 2023	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi
		2. Data Jenis Tanaman Pertanian di Kota Jambi Tahun 2023	
		3. Data Luas Panen dan Produksi Padi Sawah dan Penggunaan Pupuk Keperluan Budidaya Padi Sawah di Kota Jambi Tahun 2023	
		4. Data Konsumsi Pupuk (UREA, NPK DAN ZA)	
		5. Jumlah Ternak Kota Jambi Tahun 2023	Bidang Peternakan dan Kesehatan Hewan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi



# **BAB III**

## **METODELOGI**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## **BAB III**

### **METODELOGI**

#### **3.1 Gas Rumah Kaca dan Pemanasan Global**

Berdasarkan United State Environmental Protection Agency (US EPA), pemanasan global didefinisikan sebagai peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat adanya emisi gas rumah kaca (GRK). Pemanasan global ini menjadi masalah yang penting dan kritis yang sedang dihadapi oleh dunia saat ini (Freije, 2017). Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbondioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) yang lebih dikenal dengan Gas Rumah Kaca (GRK) (Hairiah dan Rahayu 2007).

Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disingkat GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Peningkatan jumlah emisi gas rumah kaca inilah yang dapat mendorong terjadinya pemanasan global. Semakin meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca yang diakibatkan dari aktivitas manusia (antropogenik) berdampak pada emisi ke atmosfer yang menyebabkan panas matahari yang terperangkap semakin banyak.

Menurut Ramlan (2002) ada 4 dampak yang terjadi akibat adanya pemanasan global yaitu:

- a) Cuaca yang sangat ekstrim yang dapat menyebabkan iklim tidak stabil.
- b) Menipisnya dan mencairnya es di kutub utara dan menyebabkan terjadinya peningkatan permukaan laut.
- c) Timbulnya wabah dan penyakit baru yang diakibatkan meningkatnya polusi.
- d) Adanya bencana alam dan perubahan lingkungan



## 3.2 Aktivitas Manusia dan Sumber Emisi Gas Rumah Kaca

### 3.2.1 Pengelolaan Limbah

Sumber utama emisi GRK yang tercakup di dalam inventarisasi emisi GRK dari kegiatan pengelolaan limbah sesuai dengan kategori yang terdapat pada IPCC Guideline 2006. Pada Gambar 3.1 berikut ini disampaikan skema sederhana kategori sumber-sumber utama emisi GRK dari pengelolaan limbah.



Catatan: Penomoran "4" pada gambar sesuai dengan penomoran pada IPCC 2006 GLs

Gambar 3. 1 Kategori Sumber Utama Emisi GRK Dari kegiatan Pengelolaan Limbah

#### 3.2.1.1 Limbah Padat Domestik Dan Industri

##### a. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Limbah Padat

Pembuangan limbah padat di tempat pembuangan akhir (TPA) atau *landfill* limbah padat, yang di dalam IPCC 2006 Guideline disebut sebagai *solid waste disposalsite* (SWDS) mencakup TPA/landfill untuk limbah padat domestik (sampah kota), limbah padat industri, limbah *sludge*/lumpur industri, dan lainlain. TPA dibedakan menjadi:

- 1) *Managed SWDS* (TPA yang dikelola/*control landfill/sanitary landfill*)
- 2) *Un-managed SWDS* (TPA yang tidak dikelola atau *open dumping*);
- 3) *Uncategorized SWDS* (TPA yang tidak dapat dikategorikan sebagai *managed* maupun *un-managed SWDS* karena termasuk pada kualifikasi diantara keduanya).

Limbah padat yang umumnya dibuang di SWDS adalah sebagai berikut:

- a) Sampah padat domestik (sampah kota) atau *municipal solid waste* (MSW);
- b) Limbah padat industri (bahan berbahaya dan beracun/B3) maupun non-B3), yaitu misalnya *bottom ash* pembangkit listrik, limbah lumpur/*sludge* instalasi pengolahan limbah (IPAL), limbah padat industri agro (cangkang sawit/*Empty Fruit Bunch/EFB*), dan lain-lain yang umumnya dibuang pada *control landfill (managed SWDS)*.
- c) Limbah padat lainnya (*other waste*), yaitu *clinical waste* (limbah padat rumah sakit, laboratorium uji kesehatan, dan lain-lain), *hazardous waste*, dan *construction and demolition* (limbah konstruksi dan bongkaran bangunan), dan lain-lain.
- d) *Agricultural waste* (tidak dikelompokkan dalam sampah ini, dibahas dalam AFOLU).

#### **b. Pengelolaan Limbah Padat Secara Biologi**

Pengolahan limbah padat secara biologi mencakup pengomposan dan proses biologi lainnya. Limbah padat yang umumnya diolah dengan cara pengomposan adalah:

1. Komponen organik sampah padat perkotaan atau *Municipal Solid Waste* (MSW)
2. Limbah padat industri agro (cangkang sawit/EFB)

#### **c. Insinerasi Limbah Padat Dan Pembakaran Terbuka**

Pengolahan limbah padat secara termal dapat dilakukan melalui proses insinerasi dan *open burning* (pembakaran terbuka). Proses insinerasi adalah pembakaran limbah dalam sebuah insinerator yang terkontrol dalam hal temperatur, proses pembakaran maupun emisi. Berbeda halnya dengan *open burning* yang dilakukan secara terbuka yang menghasilkan emisi relatif tinggi dibandingkan insinerasi. Pada kedua proses ini umumnya limbah padat terproses dengan sisa sedikit residu.



### 3.2.1.2 Air Limbah Domestik Dan Industri

Air Limbah yang dimaksud pada pedoman ini mencakup limbah domestik dan limbah industri yang diolah setempat (*uncollected*) atau dialirkan menuju pusat pengolahan Air Limbah (*collected*) atau dibuang tanpa pengolahan melalui saluran pembuangan dan menuju ke sungai. Nampak bahwa *collected untreated waste water* juga merupakan sumber emisi GRK, yaitu pada sungai, danau, dan laut. Pada *collected treated waste water*, sumber emisi GRK berasal dari pengolahan anaerobik reaktor dan lagoon. Pada pengolahan aerobik tidak dihasilkan emisi GRK namun menghasilkan lumpur/sludge yang perlu diolah melalui an-aerobic digestion, land disposal maupun insinerasi. Air Limbah yang tidak dikumpulkan namun diolah setempat, seperti laterin dan septik tank untuk Air Limbah domestik dan IPAL Air Limbah industri, juga merupakan sumber emisi GRK yang tercakup dalam inventarisasi. IPAL Air Limbah industri yang merupakan sumber potensial emisi GRK mencakup industri pemurnian alkohol, pengolahan beer dan malt, pengolahan kopi, pengolahan produk-produk dari susu, pengolahan ikan, pengolahan daging dan pematangan hewan, bahan kimia organik, kilang BBM, plastik dan resin, sabun dan deterjen, produksi starch (tapioka), rafinasi gula, minyak nabati/minyak sayur, jus buahbuahan dan sayuran, anggur dan vinegar, dan lain-lain.

Emisi gas rumah kaca dari kegiatan penanganan limbah mencakup gas metana ( $\text{CH}_4$ ), nitro oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) apabila terjadi pada kondisi anaerobik. Berdasarkan IPCC 2006 Guidelines,  $\text{CO}_2$  yang diemisikan dari pengolahan limbah secara biologi dikategorikan sebagai biogenic origin yang tidak termasuk dalam lingkup inventarisasi GRK dari kegiatan pengolahan limbah.  $\text{CH}_4$  terutama berasal dari proses penguraian limbah padat, Air Limbah perkotaan, dan Air Limbah industri pada saat ditimbun di TPA maupun dikomposkan. Disamping  $\text{CH}_4$ , proses ini juga mengemisikan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ .  $\text{CH}_4$  juga diemisikan dari *collected untreated wastewater* Air Limbah kota yang mencakup air limbah yang terkumpul dan tidak diolah (dibuang ke laut, sungai, danau, stagnant sewer/saluran air kotor yang mampat), *treated wastewater* Air Limbah kota (anaerobic, digester, septictank), dan fasilitas pengolahan air limbah industri.  $\text{N}_2\text{O}$  berasal dari Proses



pengomposan dan pembakaran sampah padat kota dan proses biologi Air Limbah kota. CO<sub>2</sub> terutama dari pembakaran limbah padat. Pada pembakaran limbah padat, umumnya digunakan tambahan bahan bakar fosil sebagai sumber energy.

Pembakaran bahan bakar fosil selain menghasilkan GRK berupa CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O juga menghasilkan gas-gas precursors (GRK non-CO<sub>2</sub>) seperti CO, CH<sub>4</sub>, non-methane, volatile organic compounds (NMVOC). Senyawa-senyawa ini akan teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan gas-gas N<sub>2</sub>O, Nox, NH<sub>3</sub>, dan SO<sub>2</sub>. Komponen GRK non-CO<sub>2</sub> berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (gas-gas precursor) lebih kecil dibandingkan emisi CO<sub>2</sub> sehingga gas-gas precursor tidak diperhitungkan dalam inventarisasi apabila penghitungan tingkat emisi GRK menggunakan metoda Tier-1. Merujuk IPCC guideline, Tier-1 tidak mencakup gas – gas precursor dalam penghitungan emisi GRK.

### 3.2.2 Proses Industri Penggunaan Produk (IPPU)

Emisi dari kegiatan Sektor *Industrial Process And Product Uses* (IPPU) mencakup:

- a. Emisi GRK yang terjadi selama proses/reaksi kimia di proses produksi
- b. Penggunaan gas-gas kategori GRK di dalam produk
- c. Penggunaan karbon bahan bakar fosil untuk kegiatan (non energi), yaitu bukan untuk penyediaan energi namun untuk kegiatan produksi.

Sumber-sumber emisi utama adalah dilepaskannya GRK dari proses-proses industri yang secara kimiawi atau fisik melakukan transformasi suatu bahan/material menjadi bahan lain. Proses-proses tersebut dapat menghasilkan berbagai gas rumah kaca diantaranya karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), nitrous oksida (N<sub>2</sub>O), hidrofluorokarbon (HFC) dan perfluorokarbon (PFC). Selain itu, gas rumah kaca juga digunakan sebagai bahan baku di dalam produk seperti pada refrigerator, busa atau kaleng aerosol. Sebagai contoh, HFC yang digunakan sebagai alternatif bahan pengganti bahan perusak ozon (BPO) dalam berbagai jenis aplikasi produk. Demikian pula, *sulfur heksafluorida* (SF<sub>6</sub>) dan N<sub>2</sub>O yang digunakan dalam sejumlah produk yang digunakan dalam industri. Misalnya SF<sub>6</sub> digunakan dalam beberapa peralatan listrik dan gardu-gardu induk pembangkitan listrik, N<sub>2</sub>O



digunakan sebagai propelan aerosol dalam produk terutama di industri makanan. Aplikasi lainnya adalah penggunaan bahan-bahan inipada akhir siklus (digunakan oleh konsumen), misalnya, SF<sub>6</sub> digunakan di produk sepatu lari, N<sub>2</sub>O digunakan selama anestesi, dan lain-lain.

Sumber-sumber emisi dari sektor IPPU dikelompokkan dalam delapan kategori utama, yaitu:

- a. Industri Mineral
- b. Industri Kimia
- c. Industri Logam
- d. Penggunaan Produk bahan bakar non energi dan pelarut
- e. Industri Elektronik
- f. Penggunaan produk pengganti zat-zat yang melapisin ozon (ODS)
- g. Pembuatan produk-produk dan penggunaannya

### **3.2.3 Pengadaan dan Penggunaan Energi**

Energi merupakan salah satu sektor penting dalam inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK). Cakupan inventarisasi sektor energi meliputi kegiatan pengadaan/penyediaan energi dan penggunaan energi. Pengadaan/penyediaan energi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

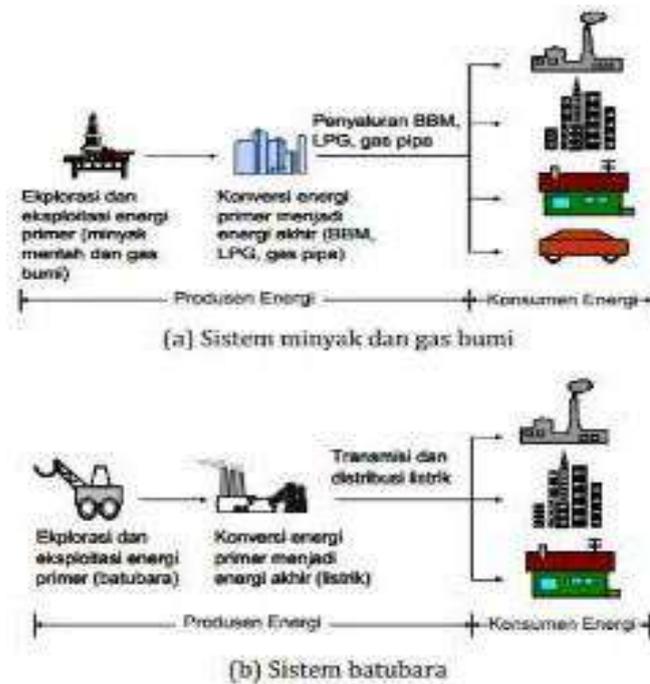
- a. Eksplorasi dan eksploitasi sumber-sumber energi primer (misal minyak mentah, batubara).
- b. Konversi energi primer menjadi energi sekunder yaitu energi yang siap pakai (konversi minyak mentah menjadi BBM di kilang minyak, konversi batubara menjadi tenaga listrik di pembangkit tenaga listrik).
- c. Kegiatan penyaluran dan distribusi energi.

Adapun penggunaan energi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Penggunaan bahan bakar di peralatan-peralatan stasioner (di industri, komersial, dan rumah tangga), dan
- b. Peralatan-peralatan yang bergerak (transportasi).



Ilustrasi cakupan inventarisasi GRK dari kegiatan sektor energi diperlihatkan pada Gambar 3.2. Sedangkan ilustrasi pengelompokan inventarisasi GRK sektor energi sebagaimana disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi



Gambar 3. 3 Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi

### 3.2.3.1 Jenis emisi gas rumah kaca dari sektor energi

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O. Berdasarkan IPCC Guideline 2006, sumber emisi GRK dari sektor energi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

- a. Emisi hasil pembakaran bahan bakar
- b. Emisi *fugitive* pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar
- c. Emisi dari pengangkutan dan injeksi CO<sub>2</sub> pada kegiatan penyimpanan CO<sub>2</sub> di formasi geologi

Sumber emisi GRK paling utama dari sektor energi adalah pembakaran bahan bakar. Emisi *fugitive* dari kegiatan produksi dan penyaluran bahan bakar secara keseluruhan jauh lebih kecil dibandingkan emisi dari pembakaran bahan bakar. Jenis GRK utama hasil proses pembakaran bahan bakar adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Jenis GRK lain yang dilepaskan dari pembakaran bahan bakar adalah karbon monoksida (CO), metana (CH<sub>4</sub>), N<sub>2</sub>O dan senyawa organik volatil non metana (Non Metane Volatil Organic Compounds). Jenis GRK utama dari emisi *fugitive* adalah metana. Adapun kategori sumber emisi dari kegiatan energi dapat ditunjukkan sebagaimana Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3. 3 Kategori Sumber Emisi dari Kegiatan Energi

Kode IPCC GL 2006	Kategori
<b>1 A</b>	<b>Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar</b>
1 A1	Industri Produsen Energi
1 A2	Industri Manufaktur dan Konstruksi
1 A3	Transportasi
1 A4	Konsumen Energi Lainnya (Komersial, Rumah Tangga dll)
1 A5	Lain-lain yang tidak termasuk pada 1 A 1 s.d 1 A 4
<b>1 B</b>	<b>Emisi Fugutative</b>
1 B1	Bahan Bakar Padat
1 B2	Minyak Bumi dan Gas Alam
1 B3	Emisi Lainnya dari Penyediaan Energi

Sumber : *Guidelines IPCC 2006*



### 3.2.4 AFOLU

#### 3.2.4.1 Jenis emisi gas rumah kaca dari sektor

Jenis dan Kategori Sumber GRK yang termasuk dalam sektor AFOLU adalah Peternakan, Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan lahan lainnya.

##### 1. Peternakan

Emisi GRK dari sektor peternakan akan dihitung dari emisi metana yang berasal dari fermentasi enteric ternak, dan emisi metana dan dinitrooksida yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak. Emisi CO<sub>2</sub> dari peternakan tidak diperkirakan karena emisi CO<sub>2</sub> diasumsikan nol karena CO<sub>2</sub> diserap oleh tanaman melalui fotosintesis dikembalikan ke atmosfer sebagai CO<sub>2</sub> melalui respirasi.

##### 2. Pertanian

Emisi GRK dari sektor pertanian akan dihitung dari emisi:

- a. Metana (CH<sub>4</sub>) dari budidaya padi sawah
- b. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) karena penambahan pupuk urea
- c. Dinitrogenoksida (N<sub>2</sub>O) dari tanah, termasuk emisi N<sub>2</sub>O langsung dan tidak langsung dari penambahan N ke tanah karena penguapan/ pengendapan dan pencucian.

##### 3. Kehutanan

Emisi GRK dari sektor kehutanan diestimasi dari perubahan biomassa atau tampungan Emisi karbon untuk:

- a. Lahan yang tetap/ tersisa dalam kategori penggunaan lahan yang sama
- b. Lahan yang berubah ke penggunaan lahan tersebut dari penggunaan lahan lain.

### 3.3 Metodologi Perhitungan GRK

#### 3.2.1.1. Sektor Limbah

Perhitungan tingkat emisi GRK dari pengelolaan limbah membutuhkan **data aktivitas** dan **faktor emisi**. Yang dimaksud data aktivitas adalah besaran kuantitatif kegiatan manusia (anthropogenic) yang melepaskan emisi GRK. Dalam hal



pengelolaan limbah, besaran kuantitatif adalah yang terkait dengan waste generation (laju pembentukan limbah), jumlah (massa limbah yang ditangani setiap jenis pengolahan limbah), komposisi/karakteristik limbah, dan sistem pengolahan limbah.

#### a. Metode Perhitungan GRK Sektor Limbah Padat

Dalam perhitungan emisi GRK di bidang limbah padat ini, digunakan persamaan:

$$\text{Emisi CH}_4 = \left( \text{MSWT} \times \text{MSWF} \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times \text{F} \times \frac{18}{12} - R \right) \times (1 - 0x)$$

Dimana masing – masing komponen di dalam persamaan diatas dapat dicari dengan menggunakan persamaan – persamaan berikut:

- 1)  $\text{MSW}_T$  = Timbulan Sampah Kota = Berat sampah yang dihasilkan  
= Jumlah penduduk x Laju Pembentukan Sampah
- 2)  $\text{MSW}_f$  = Persentase sampah yang masuk ke TPA

Sebelum dilakukan perhitungan besarnya persentase sampah yang masuk ke TPA, maka terlebih dahulu dihitung total sampah yang dibuang ke TPA selama satu tahun dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Total sampah} = \text{volume sampah yang masuk ke TPA} \times 365$$

Setelah diperoleh total sampah yang dibuang ke TPA selama satu tahun, maka dapat dihitung persentase sampah yang masuk ke TPA dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{MSWF} = \frac{\text{Total sampah yang dibuang ke TPA}}{\text{Berat total sampah yang dihasilkan}} \times 100\%$$

MCF = Faktor koreksi metana, sebesar 0,8

DOC = Degradasi organik karbon dalam sampah

DOC adalah karakteristik limbah yang menentukan besarnya gas CH<sub>4</sub> 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:

$$\text{DOC} = \sum W_i \times \text{DOC}_i$$

Dimana :

DOC = Degradasi organik karbon dalam sampah

$W_i$  = Komposisi sampah

$\text{DOC}_i$  = Persentase DOC (Sesuai IPCC 2006)

DOCF = Fraksi DOC, Sebesar 0,5 berdasarkan IPCC 2006

F = Fraksi CH<sub>4</sub> dari volume sebesar 0,5 berdasarkan IPCC

R = Recovery CH<sub>4</sub> bernilai 0 karena di Kota Jambi apabila belum memiliki alat pengolahan gas CH<sub>4</sub>

$O_x$  = Faktor Oksidasi, bernilai 0 berdasarkan IPCC 2006

#### b. Metode Perhitungan Air Limbah

Sebelum menghitung emisi GRK, diperlukan nilai TOW yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TOW} = P \times \text{BOD} \times I^2$$

Dimana:

TOW = Total Organic degradable

P = Jumlah penduduk

BOD = Biological Oxygen Demand

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

Pada Air Limbah, perhitungan emisi GRK menggunakan persamaan berikut, dimana dalam perhitungannya menggunakan worksheet yang sesuai dengan IPCC 2006.

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

Dimana:



$U_i$  = Fraksi populasi dalam group income  $i$  dalam tahun inventori

$T_{ij}$  = Derajat pemanfaatan dari saluran atau sistem pengolahan / pembuangan  $j$  untuk tiap fraksi group pendapatan  $I$  dalam tahun inventori

$I$  = Group pendapatan: perkotaan, pendapatan tinggi perkotaan dan pendapatan rendah perkotaan

$J$  = Tiap saluran atau sistem pengolahan/pembuangan

$E_{Fi}$  = Faktor emisi TOW

TOW = total organik dalam Air Limbah dalam tahun inventori  $S$

$S$  = komponen organik diambil sebagai lumpur dalam tahun inventori

$R$  = jumlah dari pemulihan  $CH_4$  dalam tahun inventori

#### 3.2.1.2. Sektor IPPU

Penghitungan tingkat emisi GRK untuk kebutuhan inventarisasi emisi GRK pada dasarnya berbasis pada pendekatan umum sebagai persamaan berikut ini:

$$\text{Tingkat Emisi} = \text{Data Aktifitas (AD)} \times \text{Faktor Emisi (EF)}$$

Data aktivitas (AD) adalah besaran kuantitatif kegiatan manusia (*anthropogenic*) yang melepaskan emisi GRK. Pada kegiatan IPPU, besaran kuantitatif adalah besaran terkait jumlah bahan yang diproduksi atau yang dikonsumsi (misal penggunaan pelumas). Faktor emisi (EF) adalah faktor yang menunjukkan intensitas emisi per unit aktivitas yang bergantung kepada berbagai parameter terkait proses kimia yang terjadi.

#### 3.2.1.3. Sektor Energi

Metodologi dalam perhitungan emisi GRK Sektor Pengadaan dan Penggunaan Energi menggunakan IPCC 2006 tier 1 (estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi default IPCC) dengan pendekatan sektoral.





Gambar 3. 4 Pendekatan Sektoral (Bottom Up)

Pada pendekatan sektoral perhitungan emisi dikelompokkan menurut sektor kegiatan, seperti: produksi energi (listrik, minyak dan batubara), manufacturing, transportasi, rumah tangga dan lain-lain. Sumber emisi yang diperhitungkan meliputi emisi dari pembakaran bahan bakar di masing-masing sektor dan emisi fugitive (emisi fugitive dalam hal ini tidak diestimasi/ Not Estimated-NE).

Estimasi emisi GRK dapat dihitung dengan menggunakan tier-1 sebagaimana persamaan berikut:

$$\text{Emisi GRK} = \text{Data Aktifitas} \times \text{Faktor Emisi}$$

Data Aktifitas adalah data mengenai banyaknya aktifitas umat manusia yang terkait dengan banyaknya emisi GRK. Contoh data aktivitas sektor energi: volume BBM atau berat batubara yang dikonsumsi. Adapun Faktor Emisi (FE) adalah suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas. Unit aktivitas dapat berupa volume yang diproduksi atau volume yang dikonsumsi. Untuk Tier-1, digunakan faktor emisi default (IPCC 2006 GL). Faktor emisi untuk perhitungan emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber yang tidak bergerak (*stationer*) dapat ditunjukkan sebagaimana Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Faktor Emisi Pembakaran Stationer di Industri Energi

No	Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi (kg GRK/TJ)		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1	Minyak Mentah	73300	3	0.6
2	NGL	64200	3	0.6
3	Premium	69300	3	0.6
4	Avgas	70000	3	0.6
5	Avtur	71500	3	0.6
6	Solar/ADO/HSD/IDO	74100	3	0.6



7	MFO	77400	3	0.6
8	LPG	63100	1	0.1
9	Petroleum Coke	97500	3	0.6
10	Batubara Antrasit	98300	1	1.5
11	Batubara Sub-bituminous	96100	1	1.5
12	Lignite	101000	1	1.5
13	Gas Bumi	56100	1	0.1

Keterangan :

NGL : Natural Gas Liquids atau kondensat

ADO : Automotive Diesel Oil (solar)

HSD : High Speed Diesel (Solar)

IDO : Industrial Diesel Oil (Minyak diesel)

MFO : Marine Fuel Oil

Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$\text{Emisi GRK } \left( \frac{\text{kg}}{\text{thn}} \right) = \text{Konsumsi Energi } \left( \frac{\text{Tj}}{\text{thn}} \right) \times \text{Faktor Emisi } \left( \frac{\text{kg}}{\text{Tj}} \right)$$

Faktor emisi menurut default IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg GRK/TJ). Di sisi lain data konsumsi energi yang tersedia umumnya dalam satuan fisik (ton batubara, kilo liter minyak diesel dll). Oleh karena itu sebelum digunakan pada Persamaan diatas, data konsumsi energi harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan persamaan:

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

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia beserta nilai kalornya dapat ditunjukkan pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	33 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Liter	Kendaraan Bermotor
Solar (HSD, ADO)	36 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Liter	Kendaraan Bermotor dan Pembangkit Listrik
Minyak Diesel (IDO)	38 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Liter	Boiler Industri dan Pembangkit Listrik
MFO	40 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Liter	Pembangkit Listrik



	4.04 x 10 <sup>-2</sup> TJ/Ton	
Gas Bumi	1.055 x 10 <sup>-6</sup> TJ/SCF 38,5 x 10 <sup>-6</sup> TJ/NM <sup>3</sup>	Industri, Rumah tangga dan Restoran
LPG	47,3 x 10 <sup>-6</sup> TJ/kg	Rumah Tangga dan Restoran
Batubara	18,9 x 10 <sup>-6</sup> TJ/Liter	Pembangkit Listrik dan Industri

Catatan :

\*) termasuk Pertamina, Pertamina Plus

HSD : High Speed Diesel

ADO : Automotive Diesel Oil

IDO : Industrial Diesel Oil

#### 3.2.1.4. Sektor AFOLU

Emisi dan serapan GRK dari sektor Peternakan, Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya. Sesuai IPCC (2006), pada suatu ekosistem lahan berasal dari perubahan stok karbon daripada pool karbon dan dari emisi non-CO<sub>2</sub> berbagai sumber termasuk pembakaran biomassa, tanah, fermentasi enterik ternak, dan pengelolaan kotoran ternak (*manure*).

Metode perhitungan yang diikuti dalam Pedoman IPCC untuk menghitung emisi/serapan GRK adalah melalui perkalian antara informasi aktivitas manusia dalam jangka waktu tertentu (data aktivitas, DA) dengan emisi/serapan per unit aktivitas (faktor emisi/serapan, FE) sesuai persamaan emisi GRK melalui aktivitas dan faktor emisi dimana data aktivitas, yaitu informasi terhadap pelaksanaan suatu kegiatan yang melepaskan atau menyerap gas rumah kaca yang dipengaruhi oleh kegiatan manusia, sedangkan faktor emisi, yaitu besaran yang menunjukkan jumlah emisi gas rumah kaca yang akan dilepaskan atau diserap dari suatu aktivitas tertentu.

##### A. Peternakan

##### 1. Fermentasi Enterik

Fermentasi Enterik merupakan suatu proses dimana karbohidrat dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme untuk diserap ke dalam aliran darah. Metana dihasilkan oleh hewan memamah biak (*herbivore*) sebagai hasil samping dari *fermentasi Enterik*. Selain itu, emisi metana juga dihasilkan dari sistem pengelolaan kotoran ternak disamping gas *dinitrooksida* (N<sub>2</sub>O). Estimasi emisi metana dari peternakan dihitung dengan menggunakan IPCC 2006. Metode



untuk memperkirakan emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari peternakan memerlukan informasi subkategori ternak dan populasi tahunan dan untuk tier lebih tinggi, konsumsi pakan dan karakteristik ternak. Data aktivitas yang diperlukan untuk tier 1 adalah populasi ternak dan faktor emisi fermentasi enterik untuk berbagai jenis ternak sebagaimana Tabel 3.4

Tabel 3. 4 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 : IPCC, 2006

Di Indonesia, jenis ternak yang menghasilkan gas metana adalah sapi pedaging, sapi perah, kerbau, domba, kambing, babi, ayam negeri (ras) dan kampung (buras), ayam petelur dan bebek. Survey yang dilakukan oleh IPCC di tahun 2006, menghasilkan struktur populasi seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Struktur Populasi Sapi Pedaging, Sapi Perah dan Kerbau (%)

No.	Jenis Ternak	Anakan	Muda	Dewasa
1	Sapi Pedaging	18.13	28.99	52.88
2	Sapi Perah	19.66	20.33	59.71
3	Kerbau	19.66	20.33	53.92

Sumber : IPCC 2006

Jumlah populasi ketiga jenis ternak tersebut dapat diasumikan sebagai Animal Unit (AU) dengan persamaan berikut ini:

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

Dimana:

N(T) = Jumlah ternak dalam Animal Unit

N(X) = Jumlah ternak dalam ekor

k(T) = Faktor koreksi



T = Jenis/kategori ternak (sapi pedaging, sapi perah dan kerbau) Emisi metana dari fermentasi enterik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

Emissions = Emisi metana (CH<sub>4</sub>) dari fermentasi enteric (Gg CH<sub>4</sub> /Thn)

EF<sub>(T)</sub> = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH<sub>4</sub>/Thn)

N<sub>(T)</sub> = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, animal unit

T= Jenis/kategori ternak

## 2. Pengelolaan Kotoran Ternak

Kotoran ternak baik padat maupun cair memiliki potensi untuk mengemisikan gas metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrooksida (N<sub>2</sub>O) selama proses penyimpanan, pengolahan dan penumpukan/pengendapan. Faktor utama yang mempengaruhi jumlah emisi adalah jumlah kotoran yang dihasilkan dan bagian yang didekomposisi secara anorganik.

### a) Emisi Metana (CH<sub>4</sub>)

Estimasi emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dapat dihitung dengan menggunakan persamaa IPCC (2006), sebagai berikut:

$$CH_4 \text{ manure} = \sum_T \frac{(EF_T * N_T)}{10^6}$$

Dimana:

CH<sub>4</sub> manure = Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak

EF<sub>(T)</sub> = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu (kg CH<sub>4</sub>/Thn)

N<sub>(T)</sub> = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, animal unit

T = Jenis/kategori ternak

Faktor emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dapat diambil dari default faktor emisi IPCC (2006) seperti yang disajikan pada Tabel 3.6



Tabel 3.6 Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (kg/ekor/thn)
1	Sapi Pedaging	1.0
2	Sapi Perah	31.0
3	Kerbau	2.0
4	Domba	0.20
5	Kambing	0.22
6	Babi	7.0
7	Kuda	2.19
8	Ayam Buras	0.02
9	Ayam Ras	0.02
10	Ayam Petelur	0.02
11	Bebek	0.02

Sumber : IPCC 2006

b) Emisi dinitrooksida (N<sub>2</sub>O)

Emisi gas N<sub>2</sub>O dari kotoran ternak dapat terbentuk secara langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*) pada saat penyimpanan dan pengolahan kotoran sebelum diaplikasikan ke lahan. Emisi langsung N<sub>2</sub>O terjadi melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi nitrogen yang terkandung di dalam kotoran ternak, sedangkan emisi tidak langsung N<sub>2</sub>O dihasilkan dari penguapan nitrogen yang umum terjadi dalam bentuk ammonia dan Nox, jumlah emisi N<sub>2</sub>O ditentukan oleh jumlah kandungan nitrogen dan karbon pada kotoran.

Perhitungan emisi langsung N<sub>2</sub>O dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan persamaan berikut:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[ \sum_S \left[ \sum_T (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{T,S} *) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{44}{28}$$

Dimana:

N<sub>2</sub>OD (mm) = Emisi langsung N<sub>2</sub>O dari pengelolaan kotoran ternak (kg/N<sub>2</sub>O/thn)

N<sub>(T)</sub> = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, jumlah ternak

Nex<sub>(T)</sub> = Rata-rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak, kg/N ternak/thn

MS<sub>(T,S)</sub> = Fraksi dari total ekskresi nitrogen tahunan dari jenis ternak tertentu yang dikelola pada sistem pengelolaan kotoran ternak



$EF_{3(s)}$  = Faktor emisi langsung  $N_2O$  dari sistem pengelolaan kotoran tertentu  
S,kg  $N_2O-N/kg$  N

S = Sistem pengelolaan kotoran ternak

T = Jenis/kategori ternak

44/28 = Konversi emisi ( $N_2O$ )-N(mm) ke dalam bentuk  $N_2O$ (mm)

Rata – rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak ( $N_{ex(T)}$ )

dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

Dimana :

$N_{ex(T)}$  = Eksresi N tahunan untuk jenis ternak T, kg N/ekor/thn  $N_{rate(T)}$  =

Nilai default laju ekskresi N, kg N/1000 kg berat ternak/hari TAM = Berat

ternak untuk jenis ternak T, kg/ekor

Perhitungan emisi tidak langsung  $N_2O$  dari penguapan N dalam bentuk ammonia ( $NH_3$ ) dan  $NO_x(N_2O_{G(mm)})$  dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilisation-MMS} * EF_4) * \frac{44}{28}$$

Dimana :

$N_2O_{G(mm)}$  = Emisi tidak langsung  $N_2O$  akibat dari penguapan N dari pengelolaan kotoran ternak (kg  $N_2O$ /thn)

$N_{volatilization-MMS}$  = Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi  $NH_3$  dan  $NO_x$  (kg N/thn)

EF = Faktor emisi  $N_2O$  dari deposisi atmosfer nitrogen di tanah dan permukaan air, kg  $N_2O-N$  (kg  $NH_3-N$  +  $NO_x-N$  tervolatilisasi)-1; default value IPCC adalah 0.01 kg  $N_2O-N$  (kg



### NH<sub>3</sub>-N + No<sub>x</sub>-N tervolatisasi)-1

Sistem pengelolaan kotoran ternak ruminansia di Indonesia terdiri dari pengelolaan padang rumput (*pasture management*), penumpukan kering (*dry lot*), dan sistem tebar harian (*daily spread system*). Sedangkan sistem pengelolaan kotoran organik terdiri dari sistem tadah (*litter system*) untuk ayam ras dan petelur, serta tanpa penadahan (*without litter system*) untuk ayam buras dan bebek. Faktor emisi untuk emisi langsung dan tidak langsung N<sub>2</sub>O dari pengelolaan ternak sebagaimana disajikan pada Tabel 3.7

Tabel 3.7. Faktor Emisi untuk menghitung emisi N<sub>2</sub>O dari Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia

No.	Sistem pengelolaan kotoran ternak	Faktor emisi untuk emisi langsung N <sub>2</sub> O-N	Faktor emisi untuk emisi N <sub>2</sub> O dari penguapan N
1	Padang rumput*)	-	-
2	Tebar harian	0	0.01
3	Tumpuk kering	0.02	0.01
4	Unggas dengan pengadahan	0.01	0.01

Sumber : IPCC 2006

#### B. Pertanian

Emisi GRK dari sektor pertanian diestimasi berdasarkan ketersediaan data. Adapun emisi GRK yang dapat dihitung yaitu meliputi:

- Metan (CH<sub>4</sub>) dari budidaya padi sawah
- Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) karena penggunaan pupuk urea

##### 1. Emisi metan dari pengelolaan padi sawah

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah mengemisikan gas metan ke atmosfer. Jumlah CH<sub>4</sub> yang diemisikan merupakan fungsi dari umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Selain itu, emisi CH<sub>4</sub> juga dipengaruhi



oleh jenis tanah, suhu, dan varietas padi. Emisi CH<sub>4</sub> dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$CH_4 \text{ Rice} = \sum_{ijk} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6})$$

dimana :

- CH<sub>4</sub>Rice = Emisi metan dari budidaya padi sawah (Gg CH<sub>4</sub>/thn)
- Efi,j,k = Faktor emisi untuk kondisi I, j, dan k; (kg CH<sub>4</sub>/hari)
- ti,j,k = Lama budidaya padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; (hari)
- Ai,j,k = Luas panen padi sawah untuk kondisi I, j, dan k (ha/thn)
- I, j, dan k = Mewakili ekosistem berbeda: i: rezim air, j: jenis dan jumlah pengembalian bahan organik tanah, dan k: kondisi lain di mana emisi CH<sub>4</sub> dari padi sawah dapat bervariasi

Jenis sawah dapat dikelompokkan menjadi tiga rejim air yaitu sawah irigasi (teknis, setengah teknis dan sederhana), sawah tadah hujan, dan sawah dataran tinggi. Hal ini perlu dipertimbangkan karena kondisi (I, j, k, dst.) mempengaruhi emisi CH<sub>4</sub>. Emisi untuk masing-masing sub-unit (ekosistem) disesuaikan dengan mengalikan faktor emisi default (Tier 1) dengan berbagai faktor skala.

Tier 1 berlaku untuk negara-negara di mana emisi CH<sub>4</sub> dari budidaya padi bukan kategori kunci atau faktor emisi lokal tidak tersedia. Persamaan untuk mengoreksi faktor emisi baseline ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$EF_i = (EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r}).$$

Dimana:

- Efi = faktor emisi harian yang terkoreksi untuk luas panen tertentu, kg CH<sub>4</sub> per hari



Efc = faktor emisi baseline untuk padi sawah dengan irigasi terus menerus dan tanpa pengembalian bahan organik

SFw = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air selama periode budidaya

SFp = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air sebelum periode budidaya

Sfo = Faktor skala yang menjelaskan jenis dan jumlah pengembalian bahan organik yang diterapkan pada periode budidaya padi sawah

SFs,r = Faktor skala untuk jenis tanah, varietas padi sawah dan lainlain, jika tersedia

Faktor koreksi untuk rejim air selama periode budidaya dan faktor skala untuk jenis tanah disajikan pada Tabel 3.8

Tabel 3.8. Faktor Skala Berdasarkan Rejim Air

Kategori	Sub Kategori		SF (IPCC Guidelines 1996)	SF Koreksi (Berdasarkan Riset Terkini)	
Dataran Tinggi	Tidak ada		0		
Dataran Rendah	Irigasi	Penggenangan Terus-menerus	1	1	
		Penggenangan Intermiten	Single Aeration	0.5 (0.2-0.7)	0.46 (0.38-0.53)
			Multiple Aeration	0.2 (0.1-0.3)	
	Tadah Hujan	Rawan Banjir	0.8 (0.5-1.0)	0.49 (0.19-0.75)	
		Rawan Kekeringan	0.4 (0-0.5)		
	Air Dalam	Kedalaman Air 50-100 cm	0.8 (0.6-1.0)		
Kedalaman air < 50 cm		0.6 (0.5-0.8)			



## 2. Emisi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Dari Penggunaan Pupuk Urea

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO<sub>2</sub> yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) diubah menjadi amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ion hidroksil (OH<sup>-</sup>), dan bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO<sub>2</sub> dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan pupuk Urea dihitung dengan persamaan berikut:

$$CO_2 \text{ Emission} = (M_{urea} \times EF_{urea})$$

Dimana:

CO<sub>2</sub> Emission = Emisi C tahunan dari aplikasi Urea (ton CO<sub>2</sub>/tahun)

M<sub>urea</sub> = Jumlah pupuk Urea yang diaplikasikan, ton per tahun

EF<sub>urea</sub> = faktor emisi, ton C per (Urea). Default IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0,20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)

Dalam menghitung jumlah pupuk tersebut digunakan beberapa asumsi agar jumlah pupuk urea yang dihitung sesuai dengan penerapan di lapangan. Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Tanaman Pangan

Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran.

b) Tanaman Perkebunan

- Perkebunan besar swasta atau BUMN memberikan pupuk sesuai anjuran, sedangkan perkebunan rakyat memberikan pupuk bervariasi sesuai kemampuannya. Faktor koreksi untuk perkebunan rakyat diasumsikan untuk kelapa sawit 80%; kopi, kakao, dan karet 40%; kelapa 30%; tebu, kapas dan tembakau 100 % dari dosis anjuran, sedangkan untuk perkebunan besar faktor koreksi diasumsikan 100 %.
- Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi.

c) Tanaman hortikultura



- Perhitungan jumlah pupuk untuk tanaman hortikultura (buah, sayuran dan tanaman hias) agak spesifik karena tanaman hortikultur pada umumnya diusahakan secara tumpangsari dengan umur tanaman yang bervariasi.
- Asumsi yang digunakan antara lain: (1) luas areal tanam = 80% luas areal tanam, (2) dosis pupuk dihitung berdasarkan komoditas unggulan di suatu wilayah, (3) dosis pupuk digunakan sebagai acuan adalah rata-rata dosis anjuran komoditas hortikultura yang dikembangkan di wilayah tersebut.
- Pada dasarnya para petani hortikultura memprioritaskan pemenuhan kebutuhan pupuk terutama untuk usaha tani sayuran dan tanaman hias, sedangkan untuk tanaman buah tahunan diperkirakan hanya 20% petani yang melakukan pemupukan.
- Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi (luas dan dosis).

Dosis anjuran penggunaan pupuk urea untuk masing-masing komoditas disajikan pada Tabel 3.9

Tabel 3.9. Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas Pertanian

No	Jenis Tanaman	Dosis N (Kg/Ha)	Urea (Kg/Ha)
<b>A</b>	<b>Tanaman Pangan</b>		
1	Padi	113	250
2	Jagung	158	350
3	Kedelai	25	56
4	Kacang Tanah	25	56
5	Ubi Kayu	68	150
6	Ubi Jalar	68	150
<b>B</b>	<b>Tanaman Holtikultura</b>		
1	Buah-buahan	72	160
2	Sayur-sayuran	100	222
3	Hias	42	93
4	Biofarmaka	200	444
<b>C</b>	<b>Tanaman Perkebunan</b>		
1	Karet	135	300
2	Kelapa	90	200
3	Kelapa Sawit	113	250
4	Kopi	158	350
5	I	90	200
6	Kakao	200	444



No	Jenis Tanaman	Dosis N (Kg/Ha)	Urea (Kg/Ha)
7	Tebu	158	351
8	Tembakau	90	200
9	Kapas	45	100

*Sumber : Pawitan et al, 2009*



## **BAB IV**

# **INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI  
DINAS LINGKUNGAN HIDUP  
TAHUN 2024**

## **BAB IV**

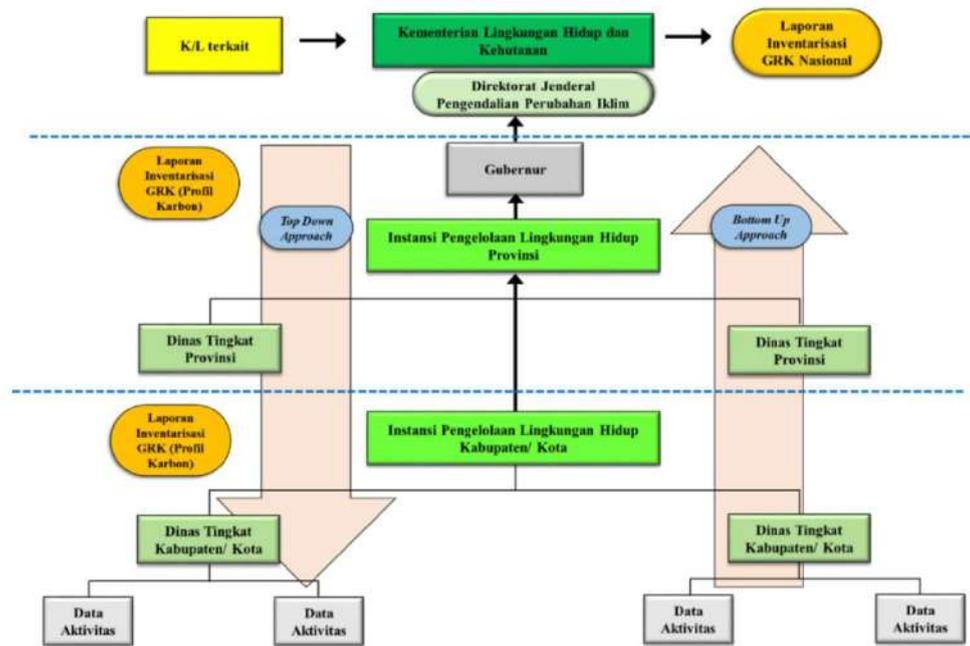
### **INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA**

#### **4.1. Pengaturan Kelembagaan Pelaksanaan Inventarisasi Emisi/Serapan Gas Rumah Kaca di Kota Jambi**

Instrumen kebijakan penyelenggaraan inventarisasi GRK diatur di dalam Perpres 71/2011 dan PermenLHK 73/2017. Sesuai mandat yang tercantum di dalam kedua regulasi tersebut, penyusunan inventarisasi GRK nasional melibatkan partisipasi aktif pemerintah sub-nasional (provinsi, kabupaten dan kota). Dalam pengembangan inventarisasi GRK nasional, peran pemerintah daerah akan diperkuat secara berkelanjutan, melalui pendekatan top-down dan bottom-up. Tujuannya adalah agar perhitungan yang dilakukan di tingkat nasional dapat dibandingkan dengan agregasi hasil perhitungan yang dilakukan pemerintah daerah. Pengaturan kelembagaan penyelenggaraan inventarisasi GRK berdasarkan kedua regulasi tersebut diilustrasikan seperti ditampilkan pada Gambar 4.1.

Pengaturan kelembagaan penyelenggaraan inventarisasi GRK adalah sangat penting untuk memfasilitasi proses dan meningkatkan kualitas inventarisasi. Pengaturan kelembagaan ini juga menjadi bagian krusial dalam proses Quality Assurance dan Quality Control (QA/QC) untuk meningkatkan kualitas data aktifitas (DA) dan faktor emisi yang digunakan serta pendokumentasian data dan informasi. Kelembagaan penyelenggaraan inventarisasi GRK tingkat nasional telah diatur dalam Lampiran I PermenLHK 73/2017.





(Sumber: Perpres No. 71 Tahun 2011 dan Permen LHK No. 73 Tahun 2017)

Gambar 4. 1 Pengaturan kelembagaan inventarisasi emisi/serapan GRK

kelembagaan dalam penyelenggaraan inventarisasi emisi/serapan GRK di Kota Jambi ditunjukkan pada Tabel 4.1. Di sisi lain, Tabel 4.2 menunjukkan lembaga-lembaga yang menjadi sumber/rujukan penggunaan faktor emisi pada tingkat yang lebih tinggi, baik di tingkat nasional maupun daerah. Selanjutnya ke depan, perlu dibentuk badan pengikat di setiap kewenangan OPD sebagai penanggung jawab data untuk meningkatkan kualitas data kegiatan yang digunakan serta dokumentasi data dan informasi.

Tabel 4. 1 Kelembagaan inventarisasi emisi GRK di Kota Jambi

No	Kategori	Jenis Data	Penanggung Jawab
1	Sektor Energi	Penggunaan Listrik Per Sektor Kota Jambi	PT. PLN UPT Kota Jambi
		Jumlah kendaraan bermotor Kota Jambi	Dinas Perhubungan Kota Jambi
		Konsumsi BBM di Kota Jambi	PERTAMINA EP Jambi
		Konsumsi LPG di Kota Jambi	PERTAMINA EP Jambi
		Konsumsi Gas Alam di Kota Jambi	PT. Jambi Indoguna Internasional
		Konsumsi Bahan Bakar di Pembangkit Listrik yang ada di Kota Jambi (HSD dalam Kilo Liter)	PT. PLN UPT Kota Jambi
		Konsumsi Bahan Bakar Manufaktur	Sektor Industri Terkait
2	Sektor IPPU	Luas Lahan Pertanian di Kota Jambi	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi



No	Kategori	Jenis Data	Penanggung Jawab
		Data Jenis Tanaman Pertanian di Kota Jambi	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi
		Data Luas Panen dan Produksi Padi Sawah dan Penggunaan Pupuk Keperluan Budidaya Padi Sawah di Kota Jambi	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi
		Data Konsumsi Pupuk (UREA, NPK DAN ZA)	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi
		Jumlah Ternak Kota Jambi	Bidang Peternakan dan Kesehatan Hewan dan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi
3	Sektor IPPU	Deskripsi Kawasan Industri Kota Jambi	Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kota Jambi
		Jenis-jenis Industri Besar Kota Jambi	
		Wilayah Industri Non Kawasan di Kota Jambi	
		Penggunaan Pelumas (Ton) dan Parafin (Ton) pada Tiap-tiap Unit Industri Kota Jambi	
4	Sektor Limbah	1. Deskripsi TPA Kota Jambi 2. Volume Sampah yang Masuk ke TPA 3. Komposisi Sampah di TPA Kota Jambi	Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi

## 4.2. Sumber-sumber Emisi dan Serapan GRK

Sumber inventarisasi utama emisi GRK yang tercakup dalam penyusunan laporan kegiatan ini adalah kegiatan pembakaran bahan bakar di berbagai sektor energi (pembangkit listrik, industri manufaktur, transportasi, dan rumah tangga), IPPU, AFOLU (sub-sektor perternakan, pertanian dan kehutanan), dan limbah (sub-sektor limbah padat dan cair). Data aktivitas yang digunakan pada inventarisasi emisi GRK adalah data-data terkait besaran aktivitas di sektor tersebut dalam periode 2021-2023.

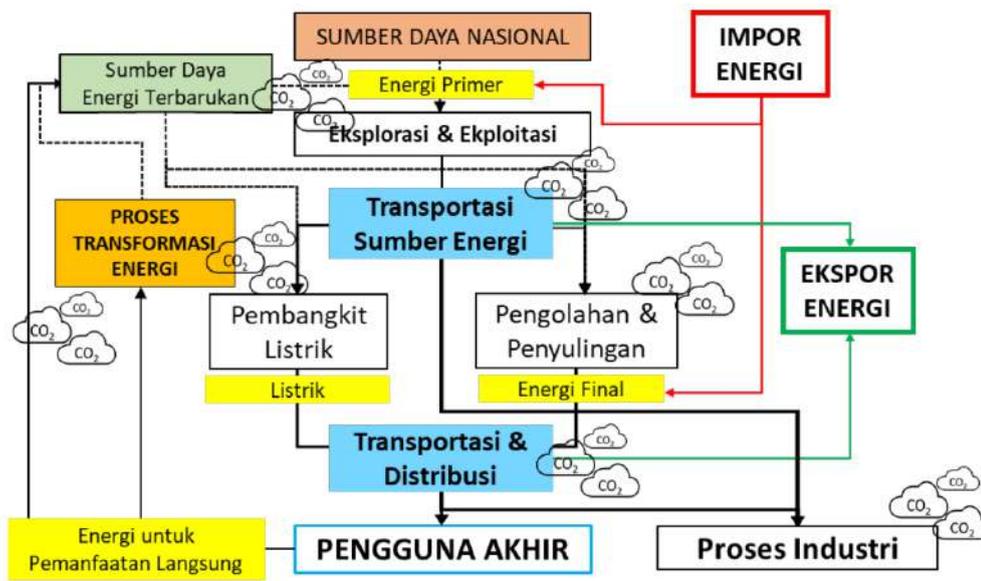
### 4.2.1. Sektor Energi

Kegiatan penyediaan dan pemanfaatan energi merupakan salah satu penghasil sumber emisi GRK. Gambar 4.2 menunjukkan titik-titik dihasilkannya emisi GRK dari sistem energi khususnya eksplorasi, eksploitasi, pengolahan dan penggunaan bahan bakar baik untuk penggunaan langsung maupun untuk pembangkit listrik. Jenis GRK utama yang diemisikan dari sektor energi meliputi:

1. Gas CO<sub>2</sub> yang umumnya berasal dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil



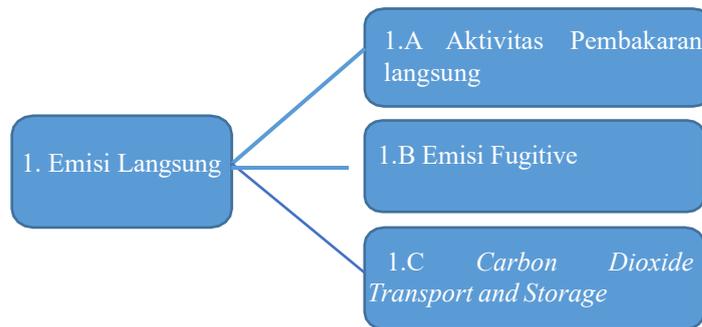
- Gas CH<sub>4</sub> yang umumnya berasal dari kegiatan pembakaran bahan bakar fosil dan fugitive dari kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi, gas alam, dan batubara.
- Gas N<sub>2</sub>O yang umumnya berasal dari kegiatan pembakaran bahan bakar fosil.



Gambar 4. 2 Sumber emisi GRK dari sistem energi

Sumber utama emisi gas rumah kaca di sektor energi adalah sumber langsung dan tidak langsung. Menurut Pedoman IPCC tahun 2006, emisi langsung mencakup:

- Pembakaran bahan bakar
- Emisi fugitive dari produksi bahan bakar
- kegiatan transportasi, injeksi, dan penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 sumber emisi, antara lain:



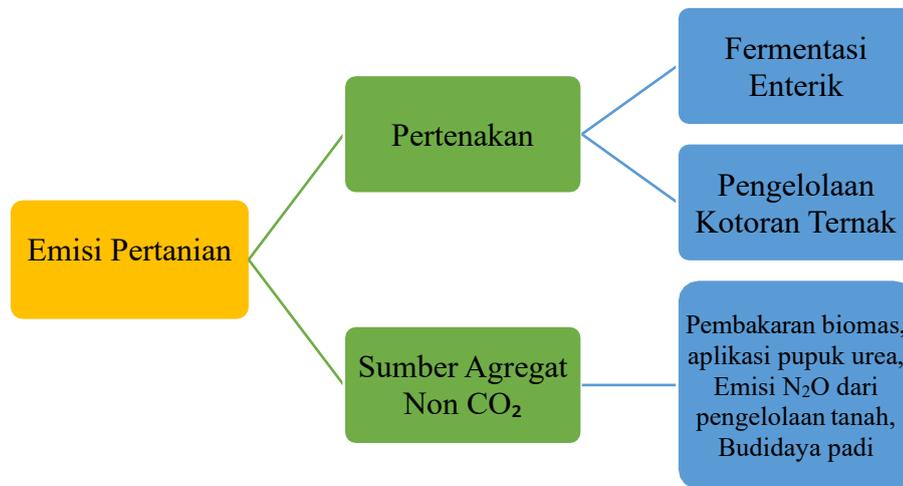
Gambar 4. 3 Sumber emisi GRK *direct* dari kegiatan energi

#### 4.2.2. Sumber Emisi GRK Sektor IPPU

Sumber emisi GRK dari sektor IPPU di Kota Jambi meliputi emisi GRK dari aktivitas proses produksi, yang diklasifikasikan Berdasarkan data penggunaan pelumas pada masing-masing industri yang menjadi parameter pengukuran, maka dapat dilakukan perhitungan timbulan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari sektor IPPU melalui pendekatan data aktivitas dan faktor emisi dimana penggunaan pelumas pada masing-masing industri akan dijadikan dasar pada data aktivitas di sektor IPPU.

#### 4.2.3. Sumber Emisi GRK Sektor AFOLU

Sumber emisi GRK di Kota Jambi dari kegiatan pertanian bersumber dari sub-sektor peternakan dan sub-sektor agregat emisi non-karbondioksida. Sumber emisi sub-sektor pertanian terbagi ke dalam 2 (dua) aktivitas yaitu fermentasi enteric dan pengelolaan kotoran ternak. Sedangkan sumber agregat non-karbondioksida bersumber dari aktivitas penggunaan pupuk urea, penggunaan lahan, dan budidaya padi sawah.



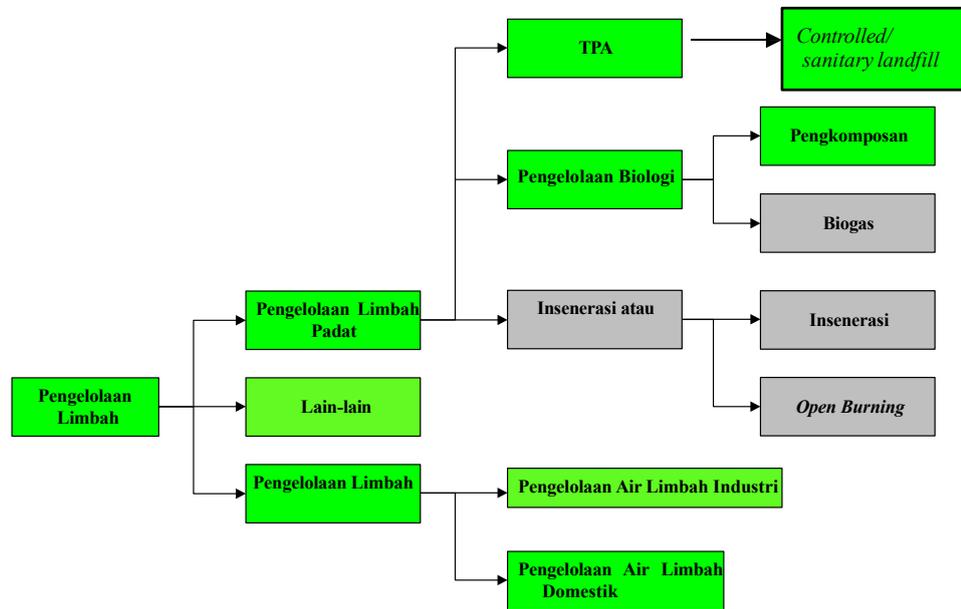
Gambar 4. 4 Sumber emisi sektor pertanian

#### 4.2.4. Sektor Limbah

Kegiatan pengolahan limbah merupakan salah satu sumber emisi GRK di Kota Jambi, berdasarkan pedoman IPCC 2006, emisi GRK dari kegiatan penanganan limbah mencakup gas metana ( $\text{CH}_4$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas  $\text{CO}_2$  yang diemisikan dari pengolahan limbah secara biologi dikategorikan sebagai biogenic origin (proses penguraian biodegradable material (biomassa) secara biologi) yang tidak termasuk dalam lingkup inventarisasi emisi GRK kegiatan pengolahan limbah. Gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari penguraian biomassa melalui proses termal tidak dilaporkan di dalam inventarisasi GRK limbah karena dikategorikan sebagai karbon netral. Gas  $\text{CO}_2$  yang dilaporkan dalam inventarisasi hanya yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang terkandung di dalam limbah. Gas  $\text{CH}_4$  terutama berasal dari proses penguraian anaerobik komponen degradable organic yang terkandung di dalam limbah padat dan Air Limbah dari kegiatan industri maupun domestik. Proses pengolahan limbah yang mengandung protein secara biologi akan menghasilkan gas  $\text{N}_2\text{O}$ .

Sumber emisi GRK sektor limbah mencakup kegiatan-kegiatan pengolahan limbah padat domestik, Air Limbah domestik, Air Limbah industri. Cakupan sumber emisi sektor limbah disajikan pada Gambar 4.5. Sumber emisi GRK di Kota Jambi dalam penyusunan inventarisasi emisi GRK ini mencakup kegiatan

pengelolaan limbah padat di TPA, pengelolaan limbah padat secara biologi, pengelolaan Air Limbah domestik dan industri.



Gambar 4. 5 Cakupan aktivitas penghasil emisi GRK sektor limbah

### 4.3. Data Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

#### 4.3.1. Sektor Energi

Data emisi GRK pada sektor energi dapat dikategorikan menjadi dua kelompok dimana dapat bersumber dari pembakaran bahan bakar pada sumber tidak bergerak dan bergerak. Pada pembakaran bahan bakar sumber tidak bergerak, data aktivitas yang menjadi variabel adalah volume realisasi konsumsi bahan bakar pembangkit listrik dan LPG serta realisasi konsumsi bahan bakar pada kegiatan industri yang ada di Kota Jambi pada tahun 2023. Adapun data aktivitas untuk pembakaran bahan bakar sumber tidak bergerak pada sektor energi sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit Listrik Kota Jambi Tahun 2021-2023

Tahun	Konsumsi Bahan Bakar Gas (MMSCF)
2021	5.414
2022	6.284
2023	4.745

Sumber : PT. PLN UPDK Kota Jambi, 2024



Tabel 4. 3 Komsumsi Pembakaran Bahan Bakar pada Industri Manufaktur & Konstruksi Kota Jambi 2021-2023

Tahun	Bahan bakar		
	Solar	Gas Alam	Biomass lain
	Kilo Liter	Ton	Ton
2021	447.588	-	6.036
2022	521.608	-	6.605
2023	447.854	-	7.691

Sumber: Data Primer, 2024

Tabel 4. 4 Konsumsi Pembakaran Bahan Bakar LPG Rumah Tangga Kota Jambi Tahun 2019-2023

LPG	Konsumsi LPG Kota Jambi 2019 – 2023 (Ton)				
	2019	2020	2021	2022	2023
3 Kg	65.980	69.792	72.182	77.803	81.374
5,5 Kg	1405	1.874	3493	2133	1461
12 Kg	9.966	10.822	11948	9461	6945
50 Kg	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>77.351</b>	<b>82.488</b>	<b>87.623</b>	<b>89.397</b>	<b>89.780</b>

Sumber : PT. Pertamina EP, 2024

Tabel 4. 5 Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi 2019-2023

Jenis BBM	Konsumsi BBM Kota Jambi 2019 – 2023 (KL)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Premium	14.509	12.758	121.127	-	-
Pertalite	17.215	13.823	287.663	454.767	427.163
Pertamax	3.288	2.887	54.969	69.051	61.943
Pertamax Turbo	211	275	-	-	-
Solar	15.587	15.959	6.874	-	-
Bio Solar	-	-	291.587	312.020	356.924
Pertamina Dex	870	674	21.623	23.858	14.646
Avtur	10241	3672	2532	4.557	6.636

Sumber : PT. Pertamina EP, 2024



Tabel 4. 6 Jumlah Kendaraan Di Kota Jambi Tahun 2021-2023

Tahun	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Total Jumlah Kendaraan
2021	35.981	158	11.848	131.535	179.522
2022	110.394	13.203	65.883	711.097	901.118
2023	112.504	13.269	70.943	753.506	960.222

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2024

#### 4.3.2. Sektor IPPU

Data emisi GRK di Kota Jambi yang dihasilkan dari sektor IPPU salah satunya adalah emisi GRK yang dihasilkan berdasarkan tier-1 dengan kategori 2D - *Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use* yang dilihat berdasarkan besaran penggunaan pelumas dalam proses produksi industri pada tahun 2023. Adapun Kota Jambi memiliki beberapa unit industri yang menjadi perhatian antara lain industri *Crumb Rubber* dan industri makanan yang secara lengkap dengan besaran penggunaan pelumasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Penggunaan Pelumas Industri Kota Jambi Tahun 2019-2023

Jenis Industri	Penggunaan Pelumas (Ton/Tahun)				
	2019	2020	2021	2022	2023
<b>A. Crumb Rubber</b>					
PT. Angkasa Raya	0,76	0,92	-	-	-
PT. Batanghari Tembesi	0,82	0,95	0,25	-	-
PT. Djambi Waras	5,5	7,1	0,83	9,45	6,04
PT. HokTong	0,45	0,37	0,27	1,7	1,8
PT. Remco	1,05	0,96	0,54	1,98	0,18
<b>B. Industri Makanan</b>					
Indofood Sukses Makmur Tbk (Kenali Asam Bawah)	0,13	0,03	0,94	1	1,05
<b>C. Industri Lainnya</b>	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>14,13</b>	<b>9,07</b>

Sumber : Data Primer, 2024



### 4.3.3. Sektor AFOLU

Data emisi GRK Kota Jambi Tahun 2023 akan dihitung melalui jumlah emisi GRK dari subsektor peternakan dan pertanian. Pada subsektor peternakan akan diestimasi emisi yang timbul dari data aktivitas berupa fermentasi enterik dan pengelolaan kompos dari kotoran ternak (*Manure Management*) sedangkan pada subsektor pertanian akan dilakukan estimasi melalui pendekatan budidaya padi, tanaman pangan, tanaman hortikultura dan penggunaan pupuk, serta subsektor kehutanan di Kota Jambi pada tahun 2023.

#### 4.3.3.1. Subsektor Peternakan

Data emisi GRK Kota Jambi pada subsektor peternakan didukung dengan beberapa data penunjang yang digunakan sebagai data aktivitas pada jumlah populasi ternak di Kota Jambi pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Populasi Ternak Kota Jambi Tahun 2019-2023

Jenis Ternak (Ekor)	2019	2020	2021	2022	2023
Sapi	1.922	1.118	1.901	1.533	1.040
Kerbau	96	100	232	166	133
Domba	1.303	2.725	163	987	942
Kambing	137.352	7.835	5.422	7.934	10.894
Babi	461	305	238	297	324
Itik	9.768	2.924	3.027	8.321	9.573
Ayam buras	67.830	38.847	82.990	96.503	96.503
Ayam daging	2.275.784	2.132.687	2.389.678	2.717.772	901.258
Ayam petelur	23.060	24.562	11.242	12.118	8.845

Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi, 2024

#### 4.3.3.2. Subsektor Pertanian

Data emisi GRK Kota Jambi pada subsektor pertanian didukung dengan beberapa data penunjang yang digunakan sebagai data-data budidaya padi, data penggunaan pupuk, luas tanaman pangan, dan luas lahan tanaman hortikultural di Kota Jambi pada tabel dibawah ini.



Tabel 4. 9 Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Padi Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/Ha)
2019	1109	6.297	56,78
2020	884	4.872	55,10
2021	461	2.214	48,03
2022	503,3	2.723	54,14
2023	525,7	2.607	49,56

Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi, 2024

Tabel 4. 10 Total Penggunaan Pupuk Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	UREA (Ton)	NPK (Ton)
2019	45	37
2020	45	17
2021	98	76
2022	65,7	50,5
2023	30	55

Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi, 2024

Tabel 4. 11 Luas Lahan Tanaman Pangan Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	Luas Lahan (Ha)			
	Jagung	Ubi Kayu	Ubi Jalar	Kacang Tanah
2019	100	196,8	19,6	17,9
2020	161	104,5	10,4	18,5
2021	32	88	12,4	16
2022	63,3	70,8	13,5	32,5
2023	46,5	67,3	19	32,5

Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi, 2024

Tabel 4. 12 Luas Lahan Tanaman Hortikultura Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	Luas Lahan (Ha)							
	Sawi	Kacang Panjang	Terong	Tomat	Cabe Rawit	Timun	Kangkung	Bayam
2019	207	62	30,5	4	4,6	40,8	238	184,6
2020	214	53	51,4	51,4	6,9	51,4	224	215,6
2021	189	49,9	33	3,1	6,5	43,2	207,5	199,7
2022	205	60,3	40,5	9,9	4,9	69,1	223	192,6



Tahun	Luas Lahan (Ha)							
	Sawi	Kacang Panjang	Terong	Tomat	Cabe Rawit	Timun	Kangkung	Bayam
2023	17	56,7	33	3	7,6	51,8	150,8	151,5

Sumber : Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Jambi, 2024

#### 4.3.3.3. Subsektor Kehutanan

Data emisi GRK Kota Jambi pada subsektor kehutanan didukung dengan Luas Tutupan Lahan Kota Jambi yang akan menjadi data jenis tutupan lahan pada tahun 2023 dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Luas Tutupan Lahan Kota Jambi Tahun 2021-2023

No.	Jenis Tutupan Lahan	2021	2022	2023
1	Hutan tanaman (Ht)	-	1536,96	1536,96
2	Perkebunan/Kebun (Pk)	4585,45	6419,77	6.419,77
3	Semak belukar (B)	1619,424	195,71	195,71
4	Sawah (Sw)	-	446,87	446,87
5	Pemukiman / Lahan terbangun (Pm)	6132,68	6132,68	6132,68
6	Lahan Terbuka (T)	1724,787	1252,44	1252,44
7	Tubuh air (A)	661,049	998,13	998,13
8	Bandara / Pelabuhan (Bdr/Plb)	140,26	140,26	140,26

Sumber: DIKPLHD Kota Jambi, 2024

#### 4.3.4. Sektor Limbah

Data emisi GRK dari sektor limbah terbagi menjadi limbah padat, Air Limbah domestik dan industri:

##### 4.3.4.1. Limbah Padat

Data emisi GRK sektor limbah padat terdiri dari sampah padat domestik atau *municipal solid waste* (MSW) yang mana berdasarkan hasil inventarisasi perhitungan sektor limbah yang dihasilkan dari jumlah penduduk Kota Jambi dapat dilihat pada tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Data Kependudukan Kota Jambi

TAHUN	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tinggal di Perkotaan (%)	Konsumsi Protein Per Kapita (kg/org/tahun)
2023	627.724	100	61
2022	620.308	100	64
2021	612.162	100	66

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024



Kota Jambi memiliki Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah yang langsung di kelola oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi melalui UPTD. TPA Talang Gulo dibangun sejak tahun 1997 yang berjarak 16 Km dari pusat Kota Jambi, dengan luas lahan 31.3 Ha terdiri dari lahan *exciting* 10 Ha dan 21.3 Ha Lahan khusus peruntukan TPA *Sanitary Landfill* dari KFW Jerman. Adapun data timbulan dan komposisi sampah serta distribusi pengelolaan sampah di Kota Jambi khususnya di TPA Talang Gulo pada tahun 2023 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 15 Timbulan Sampah Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	Jumlah Timbulan Sampah (Ton)	Laju Timbulan Sampah (Ton/jiwa/tahun)
2019	154.558,00	0,26
2020	156.103,00	0,26
2021	153.521,38	0,26
2022	156.407,38	0,26
2023	161.897,58	0,26

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi, 2024

Berdasarkan tabel 4.15. jumlah timbulan sampah pada tahun 2023 yang dihasilkan sebesar 161.897,58 Ton/thn. Dengan laju timbulan sampah 0,26 Ton per orang per tahun dengan jumlah penduduk Kota Jambi pada tahun 2023 sebesar 627.724 jiwa yang tersebar di 11 (sebelas) kecamatan atau 62 kelurahan.

Pendistribusian pengelolaan sampah di Kota Jambi Tahun 2023 pengelolaan sampah yang terangkut ke TPA sebesar 73,6%, sampah yang di daur ulang sebesar 5%, sementara sampah yang dibuat menjadi kompos sebesar 5,5% dan pengelolaan lainnya sebesar 9,16%.

Berdasarkan Perda Kota Jambi Nomor 5 Tahun 2020 tentang pengelolaan sampah tidak di perbolehkan untuk melakukan pembakaran sampah di tingkat sumber.



Tabel 4. 16 Distribusi Pengelolaan Sampah Kota Jambi Tahun 2019-2023

Tahun	Distribusi Pengelolaan Sampah (%)				
	Terangkut Ke TPA	Dibuat Kompos	Daur Ulang	Lainnya	Dibakar
2019	75	4,5	5	14,5	1
2020	75	5	5	14	1
2021	75	5,5	5	13,5	1
2022	74,63	5,5	7,15	12,72	-
2023	73,6	5,5	11,74	9,16	-

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi, 2024

Tabel 4. 17 Komposisi Sampah di TPA Talang Gulo Kota Jambi Tahun 2019-2023

No	Komposisi	Komposisi Sampah (%)		
		2021	2022	2023
1	Sisa Makanan	61,9	16,1	36,7
2	Sampah Taman	-	23,84	21,3
3	Plastik	12,3	44,07	18,99
4	Kertas	7,2	7,38	9,4
5	Logam	0,3	2,06	2,06
6	Tekstil	-	0,57	10,8
7	Karet	0,6	1,23	0,3
8	Kaca	1,2	0,3	0,28

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi, 2024

#### 4.3.4.2. Sub-sektor Air Limbah

Data timbulan emisi GRK dari sub-sektor air limbah dapat dilihat dari sarana pembuangan air limbah domestik rumah tangga yang didukung oleh data populasi jumlah penduduk dan kapasitas produksi industri di Kota Jambi tahun 2023. Berdasarkan inventarisasi kebutuhan data emisi GRK maka diketahui bahwa sarana pembuangan Air Limbah domestik khusus *black water* telah mencapai 99,05% menggunakan sistem *Septic Tank* dan untuk air limbah domestik ke IPAL terpusat mencapai 0,95% secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.18 sebagai berikut:



Tabel 4. 18 . Persentase Pembuangan Air Limbah Domestik Kota Jambi

TAHUN	Tangki Septik - Kota (%)	Ipal Terpusat - Kota (%)
2023	99,05	0,95
2022	99,03	0,97
2021	99,06	0,94

Sumber: Dinas PUPR Kota Jambi, 2024

Data kapasitas produksi industri sebagai sumber potensial emisi Gas Rumah Kaca (GRK) mencakup industri *Crumb Rubber* di Kota Jambi seperti terlihat pada tabel 4.19 sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Kapasitas Produksi Crumb Rubber Kota Jambi Tahun 2023

Industri <i>Crumb Rubber</i>	Kapasitas Produksi (Ton)
PT. REMCO	25.621
PT. DJAMBI WARAS	37.079
PT. HOK TONG	25.000
<b>TOTAL</b>	<b>87.700</b>

Sumber : Data Primer diolah, 2024



**BAB V**  
**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi GRK dihitung berdasarkan masing-masing sektor penghasil GRK. Terdapat empat sektor penghasil emisi GRK, yaitu sektor energi, sektor IPPU, sektor AFOLU, dan sektor limbah. Metodologi yang digunakan untuk memperkirakan emisi GRK adalah *Tier 1*, yaitu menggunakan persamaan yang memerlukan data aktivitas dan parameter *default* yang terdapat pada IPCC 2006.

#### 5.2 Hasil Perhitungan Sektor Energi

##### 5.2.1 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Tidak Bergerak

Perhitungan data yang diperoleh dari sign smart pada tahun 2023 pada sektor energi untuk pembakaran sumber tidak bergerak dari bahan bakar pembangkit listrik, pemakaian gas alam, dan penggunaan LPG pada Kota Jambi hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. 1 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari Penggunaan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Kota Jambi Tahun 2023

Bahan Bakar	Konsumsi	CO <sub>2</sub> Emisi	CH <sub>4</sub> Emisi	N <sub>2</sub> O Emisi	CO <sub>2</sub> Eq
	MMSCFD	Gg CO <sub>2</sub>	Gg CH <sub>4</sub>	Gg N <sub>2</sub> O	
Gas Alam	4.745	280,84	0,01	0,0005	281,10

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.1 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor energi sumber tidak bergerak dari penggunaan bahan bakar pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar gas alam pada tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 280,84 Gg CO<sub>2</sub> sementara untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,01 CH<sub>4</sub> Gg dan N<sub>2</sub>O sebesar 0,0005 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 281,10 Gg CO<sub>2</sub> Eq setara 10,62% emisi yang di timbulkan pada subsektor energi penggunaan bahan bakar pembangkit listrik.

Analisis perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) dari penggunaan energi di pembangkit listrik Kota Jambi bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan



yang dihasilkan oleh sektor energi terhadap perubahan iklim. Pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar gas alam, menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>, metana (CH<sub>4</sub>), dan nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), yang merupakan gas rumah kaca utama. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembangkit listrik berbahan bakar gas alam di Kota Jambi berkontribusi signifikan terhadap total emisi GRK di daerah Kota Jambi, dengan CO<sub>2</sub> sebagai gas yang paling dominan. Selain itu, faktor efisiensi pembangkit listrik dan teknologi yang digunakan, seperti penggunaan sistem pembakaran yang lebih bersih atau penerapan pembangkit berbasis energi terbarukan, dapat mempengaruhi besaran emisi yang dihasilkan. Untuk mengurangi emisi GRK, penting untuk menerapkan kebijakan transisi energi ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan, seperti energi surya, angin, atau biomassa, serta meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi listrik.

Tabel 5. 2 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari penggunaan Pembakaran Bahan Bakar di Manufaktur Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	1.263,63	0,07	0,01	1.267,26

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.2 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor energi penggunaan Pembakaran Bahan Bakar di Manufaktur Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 1.263,63 Gg CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,07 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 1.267,26 Gg CO<sub>2</sub> Eq

Tabel 5. 3 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi GRK dari Penggunaan Bahan Bakar Rumah Tangga Kota Jambi Tahun 2023

LPG Energy Komsumsi	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
89.780	283,82	0,02	0,0004	284,83

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Penggunaan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di Kota Jambi memberikan kontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, yang berdampak langsung pada kualitas lingkungan. LPG merupakan bahan bakar fosil yang, ketika dibakar, menghasilkan



emisi gas seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>), dua jenis gas rumah kaca yang berpotensi meningkatkan efek pemanasan global. Kota Jambi, sebagai salah satu kota yang terus berkembang, mengalami peningkatan penggunaan LPG dalam rumah tangga dan industri. Secara umum, emisi gas rumah kaca dari sektor energi tidak bergerak, seperti penggunaan LPG di rumah tangga, komersial dan industri sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi energi dan efisiensi energi yang digunakan. Meskipun LPG dianggap lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil lainnya, penggunaan yang masif dan kurangnya pengelolaan emisi yang optimal dapat tetap meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer. Analisis jejak karbon dari konsumsi LPG di kota ini penting dilakukan untuk memahami dampak jangka panjangnya dan mempertimbangkan transisi ke energi yang lebih bersih. Langkah-langkah mitigasi, seperti peningkatan efisiensi pembakaran, penggunaan teknologi rendah emisi, atau peralihan ke energi terbarukan, perlu diperkuat agar emisi gas rumah kaca dapat ditekan dan kualitas lingkungan di Kota Jambi dapat terjaga.

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sumber Tidak Bergerak Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	1.828,29	0,10	0,01	1.832,79

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.4 hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sub-sektor tidak bergerak di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 1.828,29 Gg CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,10 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 1.832,79 Gg CO<sub>2</sub> Eq

### 5.2.2 Pembakaran Bahan Bakar pada Sumber Bergerak

Perhitungan timbulan emisi GRK dari kegiatan pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak akan menggunakan angka realisasi konsumsi bahan bakar transportasi Kota Jambi tahun 2023. Data ini yang kemudian menghasilkan timbulan emisi GRK sektor energi melalui hasil kali dengan faktor emisi yang telah ditentukan untuk masing-masing jenis No. Adapun hasil timbulan emisi GRK dari



sektor energi akibat pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dihitung menggunakan alat analisis *Sign Smart* KLHK, 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Perhitungan Emisi GRK Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi Tahun 2023

Bahan Bakar	Konsumsi	Gg CO <sub>2</sub>	Gg CH <sub>4</sub>	Gg N <sub>2</sub> O	Gg CO <sub>2</sub> Eq
	(Mass, Volume, or Energy Unit)				
Pertalite	427.163	1.006,48	0,48	0,05	
Pertamax	61.943	141,66	0,07	0,01	
Pertamax Turbo	-	-	-	-	
Solar	-	-	-	-	
Bio Solar	312.020	832,34	0,04	0,04	
Avtur	6.636	16,42	0,0001	0,0004	
Dex	14.646	41,35	0,002	0,002	
<b>Jumlah</b>	<b>822.408</b>	<b>2.038,35</b>	<b>0,592</b>	<b>0,102</b>	<b>2.081,48</b>

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.5 perhitungan emisi GRK Penggunaan Bahan Bakar Transportasi Kota Jambi 2023 menunjukkan bahwa menggunakan bahan bakar transportasi pada tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 2.038,35 Gg CO<sub>2</sub> sementara untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,592 CH<sub>4</sub> Gg dan N<sub>2</sub>O sebesar 0,102 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 2.081,48 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Jumlah konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan di Kota Jambi, karena masing-masing jenis kendaraan menggunakan bahan bakar yang berbeda. Bahan bakar bio-solar banyak digunakan untuk mesin diesel pada kendaraan seperti truk, bus dan mobil penumpang berbahan bakar bio-solar. Sementara itu untuk bahan bakar pertalite banyak digunakan di jenis mobil penumpang berukuran sedang dan kecil termasuk mobil pribadi dan sepeda motor. Artinya, jika dilihat dari jenis BBMnya maka peningkatan jumlah BBM dipicu karena adanya peningkatan jumlah kendaraan mobil penumpang dan sepeda motor. Jumlah kendaraan di Kota Jambi pada tahun 2023 sebesar 960.222 unit, jumlah terbanyak didominasi oleh kendaraan mobil penumpang sebesar 13.269 unit setara dengan 11,72% dan sepeda motor sebesar 753.506 unit setara dengan 78,47% dari jumlah kendaraan.

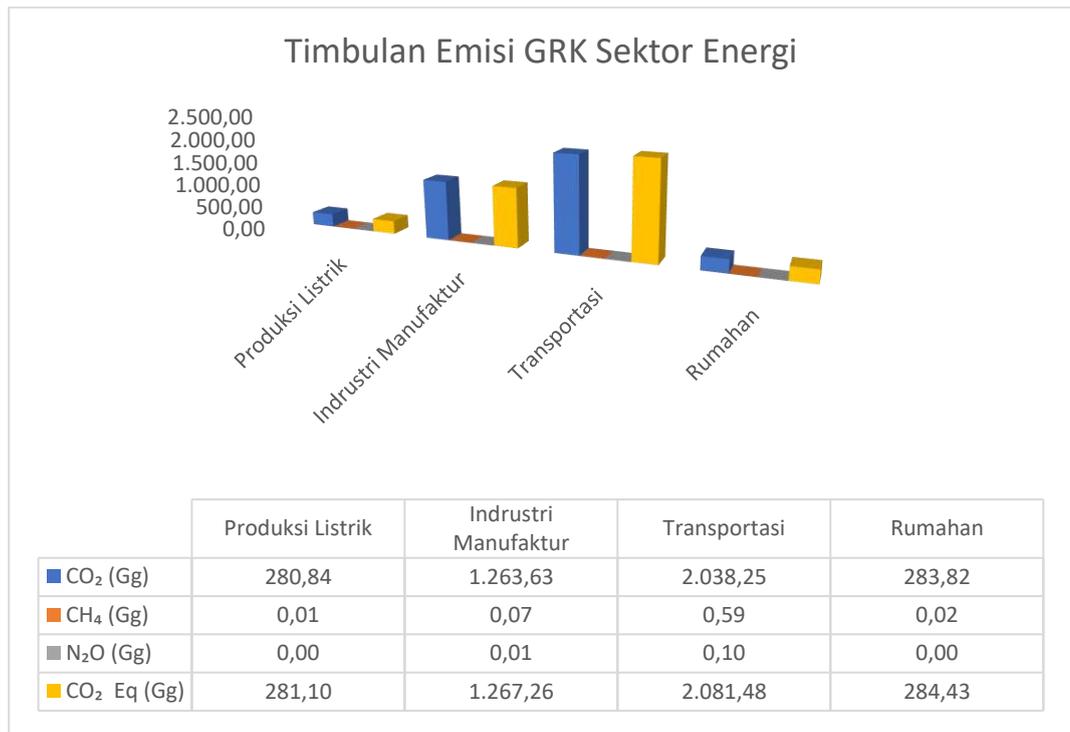


Tabel 5. 6 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor Energi Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	3.866,54	0,69	0,11	3.914,28

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.6 hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sektor energi di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 3.866,54 Gg CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,69 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,11 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sektor energi sebesar **3.914,28 Gg CO<sub>2</sub> Eq**.



Grafik 5. 1 Timbulan Emisi GRK Sektor Energi Kota Jambi Tahun 2023

### 5.3 Sektor IPPU

Perhitungan timbulan emisi gas rumah kaca Kota Jambi tahun 2023 sektor IPPU dihitung berdasarkan tier-1 dengan kategori *2D – Non-No. Products from Fuels and Solvent Use* yang dilihat berdasarkan besaran penggunaan pelumas dalam proses produksi industri pada tahun 2023. Adapun Kota Jambi memiliki beberapa unit industri yang menjadi perhatian antara lain industri *Crumb Rubber* yang secara



lengkap dengan besaran hasil perhitungan penggunaan pelumasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Timbulan Emisi CO<sub>2</sub> pada Penggunaan Pelumas Kota Jambi Tahun 2023

Penggunaan Pelumas	Kandungan Karbon Pelumas yang Dikonsumsi	Fraksi Teroksidasi Selama Penggunaan (ODU factor)	CO <sub>2</sub> Emisi	CO <sub>2</sub> Emisi
(TJ)	(tonne-C / TJ)	(fraction)	(tonne CO <sub>2</sub> )	(Gg CO <sub>2</sub> )
9	20	0,20	132,00	0,13
			<b>CO<sub>2</sub> Eq</b>	<b>0,13</b>

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.5 perhitungan emisi GRK Perhitungan Emisi GRK Penggunaan pelumas Kota Jambi 2023 menunjukkan bahwa untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 0,13 Gg CO<sub>2</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 0,13 Gg CO<sub>2</sub> Eq. Perhitungan sektor IPPU hanya menghitung penggunaan produk pelumas untuk kegiatan industry crumb rubber yang ada di Kota Jambi dengan Jumlah industry yang masih beroperasi pada tahun 2023 terdapat 3 industri crumb rubber.

Hasil perhitungan emisi gas rumah kaca dari penggunaan pelumas menunjukkan nilai emisi CO<sub>2</sub> yang sangat rendah jika dibandingkan dengan sektor energi yaitu 0,13 Gigagram CO<sub>2</sub>. Penggunaan pelumas dalam industri di Kota Jambi secara langsung maupun tidak langsung menyumbang pada emisi gas rumah kaca (GRK). Pelumas yang digunakan untuk meminimalisir gesekan pada mesin industri memiliki potensi menghasilkan senyawa organik volatil (VOC), yang dapat berdampak pada pembentukan ozon di tingkat troposfer, salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global. Selain itu, pelumas berkualitas rendah atau penggunaan yang tidak efisien dapat menurunkan performa mesin, menyebabkan konsumsi energi meningkat untuk mempertahankan produksi yang sama. Hal ini berdampak pada penggunaan bahan bakar fosil yang lebih tinggi dan, pada akhirnya, meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Berdasarkan penelitian dari *Journal of Cleaner Production*, penggunaan pelumas dengan pengelolaan yang kurang tepat di industri berat dapat meningkatkan konsumsi energi hingga 10-15%, yang berujung pada kenaikan emisi CO<sub>2</sub> dan gas berbahaya lainnya (Smith et al., 2019). Dengan pertumbuhan industri di Kota Jambi, penting bagi pemerintah dan pelaku



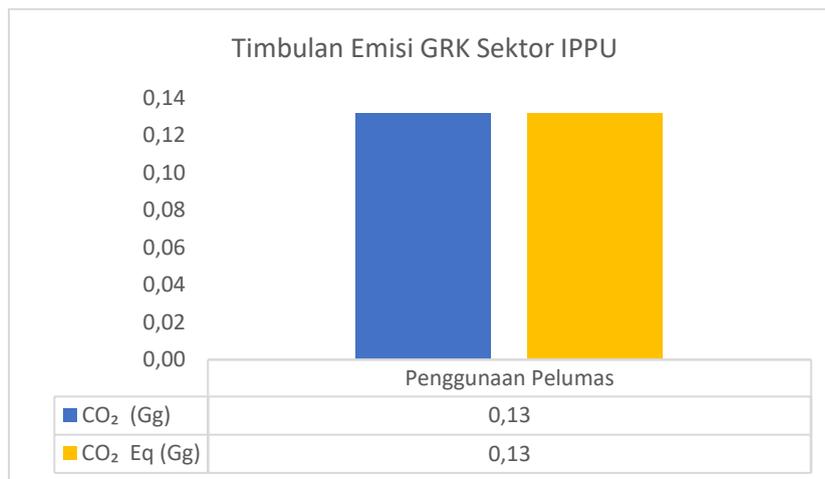
usaha untuk mempertimbangkan penggunaan pelumas yang lebih efisien dan ramah lingkungan serta memperkuat pengelolaan limbah pelumas guna mengurangi dampak terhadap lingkungan dan perubahan iklim.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor IPPU Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	0,13	-	-	0,13

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.8 hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sektor IPPU di Kota Jambi tahun 2023 hanya menghasilkan parameter CO<sub>2</sub> sebesar 0,13 Gg CO<sub>2</sub>, sehingga total emisi yang dihasilkan pada sektor IPPU sebesar **0,13 Gg CO<sub>2</sub> Eq**.



Grafik 5. 2 Timbulan Emisi GRK Sektor IPPU Kota Jambi Tahun 2023

#### 5.4 Sektor AFOLU

Perhitungan Emisi GRK Kota Jambi Tahun 2023 akan dihitung melalui jumlah emisi GRK dari subsektor peternakan, pertanian dan kehutanan. Adapun hasil perhitungan timbulan emisi pada sektor peternakan, pertanian dan kehutanan dilihat dibawah ini:

##### 5.4.1 Subsektor Peternakan

Perhitungan Emisi GRK Kota Jambi Tahun 2023 akan dihitung melalui jumlah emisi GRK dari subsektor peternakan. Pada subsektor peternakan akan



diestimasi emisi yang timbul dari data aktivitas berupa fermentasi enterik dan pengelolaan kompos dari kotoran ternak (Manure Management). Adapun hasil perhitungan timbulan emisi pada sektor peternakan dilihat pada tabel dibawah ini:

Perhitungan emisi tidak memperhatikan berat ternak sehingga dianggap seluruh berat ternak sesuai dengan standard. Faktor emisi yang digunakan sesuai dengan pedoman IPCC 2006 sebagaimana ditampilkan pada tabel. Faktor emisi hanya mencakup ternak besar yakni sapi, kerbau, kambing, dan domba.

Tabel 5. 9 FE Fermentasi Enterik per jenis ternak

No.	Jenis Ternak	FE (Kg CH <sub>4</sub> /ekor)
1	Sapi Muda (Awal 1)	18,18
2	Sapi Muda (Awal 2)	27,18
3	Sapi Muda	41,77
4	Sapi Dewasa	55,90
5	Sapi Impor	25,49
6	Sapi Perah Muda (Awal 1)	16,55
7	Sapi Perah Muda (Awal 2)	35,06
8	Sapi Perah Muda	51,96
9	Sapi Dewasa	77,14
10	Kerbau Muda (Awal 1)	20,55
11	Kerbau Muda (Awal 2)	41,11
12	Kerbau Muda	61,66
13	Kerbau Dewasa	82,21
14	Domba Perah	1,31
15	Domba Muda (Awal)	4,33
16	Domba Dewasa	5,25
17	Kambing Perah	2,30
18	Kambing Muda (Awal)	2,65
19	Kambing Dewasa	3,27
20	Babi Muda (Awal)	0,43
21	Babi	1,03
22	Babi Ternak	1,28
23	Kuda Muda (Awal 1)	25,99
24	Kuda Muda (Awal 2)	53,27
25	Kuda Dewasa	74,85

Sumber: Pedoman IPCC, 2006

Tabel 5. 10 Perhitungan Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Fermentasi Enterik Peternakan Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
----------------	-----------------	-----------------	------------------	--------------------



	-	0,08	-	1,64
--	---	------	---	------

Sumber : Data Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.10 hasil timbunan emisi GRK untuk sektor AFOLU fermentasi enterik peternakan Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,08 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 1,64 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Fermentasi enterik pada peternakan ruminansia, seperti sapi, kerbau, domba dan kambing, di Kota Jambi merupakan salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang signifikan, terutama metana (CH<sub>4</sub>), yang memiliki potensi pemanasan 28 kali lebih besar dibanding karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam periode 100 tahun (IPCC, 2014). Emisi metana ini dihasilkan melalui proses pencernaan hewan yang melibatkan mikroba di dalam lambung, khususnya pada ruminansia yang mengkonsumsi pakan berserat tinggi. Menurut penelitian oleh Hart et al. (2020), daerah tropis seperti Jambi cenderung menghasilkan emisi metana yang lebih tinggi akibat pengaruh iklim yang mempercepat aktivitas mikroba pada ternak. Di Jambi, sektor peternakan menjadi salah satu pilar ekonomi, namun tingginya populasi ternak, berdampak pada peningkatan emisi metana melalui proses fermentasi enterik.

Untuk mengurangi dampak ini, beberapa pendekatan seperti optimisasi pakan dan penggunaan aditif pakan penghambat metana direkomendasikan untuk diterapkan di wilayah tersebut, sebagaimana diusulkan oleh penelitian Llonch et al. (2017). Pendekatan ini dapat membantu mengurangi emisi GRK dan meningkatkan efisiensi peternakan lokal, sejalan dengan upaya mitigasi perubahan iklim di sektor peternakan. Faktor Emisi (FE) yang digunakan untuk melakukan pendugaan emisi CH<sub>4</sub> sesuai dengan Pedoman IPCC 2006. FE mencakup seluruh ternak dan unggas sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 5. 11 FE CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Limbah Ternak

No.	Jenis Ternak	FE (Kg CH <sub>4</sub> /ekor)
1	Sapi Muda (Awal 1)	0,78
2	Sapi Muda (Awal 2)	1,62
3	Sapi Muda	3,47
4	Sapi Dewasa	3,64



No.	Jenis Ternak	FE (Kg CH <sub>4</sub> /ekor)
5	Sapi Impor	7,97
6	Sapi Perah Muda (Awal 1)	0,52
7	Sapi Perah Muda (Awal 2)	2,52
8	Sapi Perah Muda	5,53
9	Sapi Dewasa	12,18
10	Kerbau Muda (Awal 1)	0,75
11	Kerbau Muda (Awal 2)	3,99
12	Kerbau Muda	8,97
13	Kerbau Dewasa	15,95
14	Domba Perah	0,01
15	Domba Muda (Awal)	0,05
16	Domba Dewasa	0,08
17	Kambing Perah	0,03
18	Kambing Muda (Awal)	0,02
19	Kambing Dewasa	0,03
20	Babi Muda (Awal)	0
21	Babi	0,01
22	Babi Ternak	0,01
23	Kuda Muda (Awal 1)	0,60
24	Kuda Muda (Awal 2)	2,51
25	Kuda Dewasa	4,95

Sumber: Pedoman IPCC, 2006

Tabel 5. 12 Perhitungan Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,01	-	0,18

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.12 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,01 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total potensi emisi GRK yang dihasilkan sebesar 0,18 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari kotoran ternak di Kota Jambi merupakan isu yang perlu mendapat perhatian serius, mengingat potensi besar sektor peternakan dalam memengaruhi kualitas lingkungan. Kota Jambi memiliki populasi ternak yang cukup signifikan, terutama sapi, kambing, dan unggas, yang masing-



masing menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar. Kotoran ternak mengandung metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), dua gas rumah kaca yang memiliki dampak pemanasan global lebih tinggi dibandingkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Metana dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik pada sistem pencernaan hewan dan pemecahan kotoran, sedangkan dinitrogen oksida berasal dari proses dekomposisi unsur nitrogen dalam kotoran. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca di aplikasi *Sign Smart* dilakukan dengan menghitung jumlah potensi kotoran ternak berdasarkan jumlah ternak sehingga diketahui jumlah emisi gas Metana yang dihasilkan. Produksi ayam broiler yang cukup tinggi di Kota Jambi jika dibandingkan dengan jenis ternak lain. Jumlah ayam broiler di Kota Jambi pada Tahun 2023 adalah sebesar 901.258 ekor. Berdasarkan perhitungan *sign smart* tahun 2023 jumlah potensi emisi GRK tertinggi terdapat pada ayam boiler sebesar 0,0035 Gg CH<sub>4</sub>.

Kondisi iklim tropis di Jambi, yang hangat dan lembap, semakin mempercepat proses dekomposisi kotoran ternak, sehingga emisi GRK dapat lebih tinggi dibandingkan daerah beriklim sedang. Untuk mengatasi hal ini, perlu ada upaya pengelolaan limbah ternak yang ramah lingkungan, seperti penggunaan biogas untuk energi terbarukan atau pengomposan kotoran ternak sebagai pupuk organik, yang selain menekan emisi GRK juga memiliki manfaat ekonomi bagi peternak di Kota Jambi.

Tabel 5. 13 Perhitungan Timbulan Emisi N<sub>2</sub>O secara langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	-	0,005	1,52

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.13 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU secara langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter NO<sub>2</sub> sebesar 0,005 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi GRK yang dihasilkan sebesar 1,52 Gg CO<sub>2</sub> Eq.



Proses produksi emisi dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dari kotoran ternak terjadi melalui beberapa langkah dalam proses mikrobiologis yang melibatkan dekomposisi limbah organik yang mengandung nitrogen. Proses tersebut meliputi dekomposisi organik, nitrifikasi dan denitrifikasi serta pelepasan N<sub>2</sub>O ke atmosfer. Proses ini dapat meningkat apabila pengelolaan limbah ternak tidak dilakukan secara efisien, seperti dengan membiarkan kotoran menumpuk tanpa pengolahan yang tepat (Liu X., 2013). Dalam konteks peternakan di daerah tropis seperti Kota Jambi, suhu dan kelembapan yang tinggi dapat mempercepat dekomposisi dan meningkatkan produksi N<sub>2</sub>O. Emisi dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) yang dihasilkan dari dekomposisi kotoran ternak berkontribusi signifikan terhadap perubahan iklim, mengingat potensi pemanasan global N<sub>2</sub>O yang jauh lebih tinggi dibandingkan CO<sub>2</sub>, yakni sekitar 298 kali lipat dalam jangka waktu 100 tahun (IPCC, 2014).

Berdasarkan data timbulan emisi N<sub>2</sub>O dari pengelolaan kotoran ternak yang telah diolah pada aplikasi *sign smart* pada tahun 2023 diketahui bahwa penyumbang terbesar timbulan emisi N<sub>2</sub>O langsung adalah dari ternak kambing dewasa yaitu sebesar 2.050,22 Kg N<sub>2</sub>O.

Tabel 5. 14 Perhitungan Timbulan Emisi N<sub>2</sub>O Secara Tidak Langsung Dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	-	0,003	1,04

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.14 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU Secara Tidak Langsung Dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter NO<sub>2</sub> sebesar 0,003 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 1,04 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Emisi dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak dapat terjadi melalui proses *leaching* (perkolasi) dan *run-off* (aliran permukaan) yang menyebabkan Nitrogen yang terkandung dalam kotoran ternak terlepas ke lingkungan sekitar. Ketika kotoran ternak dibiarkan menumpuk atau disebar di



tanah tanpa pengolahan yang tepat, Nitrogen dalam bentuk urea, amonia, dan senyawa Nitrogen lainnya dapat larut ke dalam air tanah atau mengalir ke saluran air permukaan selama hujan. Nitrogen yang terlarut ini kemudian dapat mengalami proses nitrifikasi dan denitrifikasi di tanah atau badan air, menghasilkan emisi N<sub>2</sub>O. Penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan kotoran ternak yang buruk, seperti penyimpanan yang tidak memadai atau penggunaan pupuk nitrogen berlebihan, meningkatkan potensi emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung ini (Smith et al., 2015).

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Perternakan Kota Jambi Tahun 2023 Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,09	0,01	4,38

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.14 hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sub-sektor perternakan di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,09 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor perternakan sebesar **4,38 Gg CO<sub>2</sub> Eq**.

#### 5.4.2 Subsektor Pertanian

Perhitungan Emisi GRK Kota Jambi Tahun 2023 akan dihitung melalui jumlah emisi GRK dari subsektor pertanian. Pada subsektor pertanian akan dilakukan perhitungan dari budidaya padi, tanaman pangan, tanaman hortikultura dan penggunaan pupuk di Kota Jambi pada tahun 2023. Adapun hasil perhitungan timbulan emisi GRK pada sub-sektor pertanian dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. 16 Perhitungan Timbulan Emisi CO<sub>2</sub> dari Penggunaan Pupuk UREA Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	0,02	-	-	0,02

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024



Berdasarkan tabel 5.16 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU Penggunaan Pupuk UREA Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 0,02 Gg CO<sub>2</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 0,02 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Emisi dari sektor pertanian khususnya penggunaan pupuk cukup kecil jika dibandingkan dengan sektor lain yaitu 0,02 Gg CO<sub>2</sub> pada Tahun 2023. Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari penggunaan pupuk urea dapat terjadi melalui beberapa jalur, yang sebagian besar terkait dengan proses kimiawi dalam tanah. Pupuk urea, yang sering digunakan di sektor pertanian untuk meningkatkan hasil tanaman, mengandung Nitrogen dalam bentuk Amonia (NH<sub>3</sub>). Ketika urea diterapkan pada tanah, bakteri tanah mengurai urea menjadi Amonia, yang kemudian dapat diubah menjadi Nitrit dan Nitrat. Selama proses ini, sebagian Amonia dapat menguap ke atmosfer sebagai gas Amonia (NH<sub>3</sub>), dan pada saat yang sama, proses dekomposisi tanah juga dapat menghasilkan CO<sub>2</sub>. Selain itu, penggunaan pupuk urea juga dapat memperburuk emisi CO<sub>2</sub> tidak langsung melalui peningkatan aktivitas mikroba tanah yang mendegradasi bahan organik tanah, melepaskan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Di Kota Jambi, dengan curah hujan yang tinggi dan kelembapan yang cenderung stabil, proses penguraian urea di tanah menjadi lebih intensif, meningkatkan potensi pelepasan CO<sub>2</sub>. Penelitian oleh Saeed et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan, seperti urea, dapat memperburuk emisi CO<sub>2</sub>, terutama ketika diterapkan dalam jumlah yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan penggunaan pupuk yang tepat dan efisien sangat penting untuk mengurangi dampak emisi CO<sub>2</sub> di sektor pertanian Kota Jambi.

Tabel 5. 17 Timbulan Emisi N<sub>2</sub>O Secara Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	-	0,05	16,92

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.17 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU Secara Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian Kota Jambi tahun 2023 untuk



parameter N<sub>2</sub>O sebesar 0,05 Gg CO<sub>2</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 16,29 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Tabel 5. 18 Timbulan Emisi N<sub>2</sub>O Secara Tidak Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	-	0,01	3,50

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.18 Timbulan Emisi N<sub>2</sub>O Secara Tidak Langsung Dari Penggunaan Lahan Pertanian di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter N<sub>2</sub>O sebesar 0,01 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sektor energi sebesar 3,50 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Tabel 5. 19 Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> Dari Aktivitas Budidaya Padi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,25	-	5,26

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.19 Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> Dari Aktivitas Budidaya Padi Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,25 Gg CH<sub>4</sub>, sehingga total emisi yang dihasilkan pada sektor energi sebesar 5,26 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-Sektor Pertanian Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	0,02	0,26	0,07	25,86

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.20 hasil rekapitulas timbulan emisi GRK untuk sub-sektor pertanian di Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 0,02 Gg



CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sebesar 0,26Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,07 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor pertanian sebesar **26,89 Gg CO<sub>2</sub> Eq.**

### 5.4.3 Subsektor Kehutanan

Beberapa perubahan lahan yang terjadi dalam periode 2021-2023 di Kota Jambi meliputi bertambahnya perkebunan dan tubuh air, berkurangnya semak belukar dan lahan terbuka, untuk hutan tanaman, sawah, bandara tidak dapat diketahuin dikarenakan tidak terdata pada tahun 2021. Berikut ditampilkan perubahan lahan Kota Jambi tahun 2021-2023.

Tabel 5. 21 Perubahan Lahan Kota Jambi Tahun 2021-2023

No.	Jenis Tutupan Lahan	Perubahan Lahan (Ha)	Keterangan
1	Hutan tanaman (Ht)	1536,96	Tetap
2	Perkebunan/Kebun (Pk)	1.834,32	Bertambah
3	Semak belukar (B)	1423,714	Berkurang
4	Sawah (Sw)	446,87	Tetap
5	Lahan Terbuka (T)	472,347	Berkurang
6	Tubuh air (A)	337,081	Bertambah
7	Bandara / Pelabuhan (Bdr/Plb)	0	Tetap

Sumber: Data Olahan, 2024

Tabel 5. 22 Emisi/Serapan CO<sub>2</sub> (Gg) dari Perubahan Lahan

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	221,33	-	-	221,33

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.22 hasil timbulan emisi GRK untuk sub-sektor kehutanan emisi/serapan CO<sub>2</sub> dari perubahan lahan Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 221,33 Gg CO<sub>2</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar **221,33 Gg CO<sub>2</sub> Eq.**

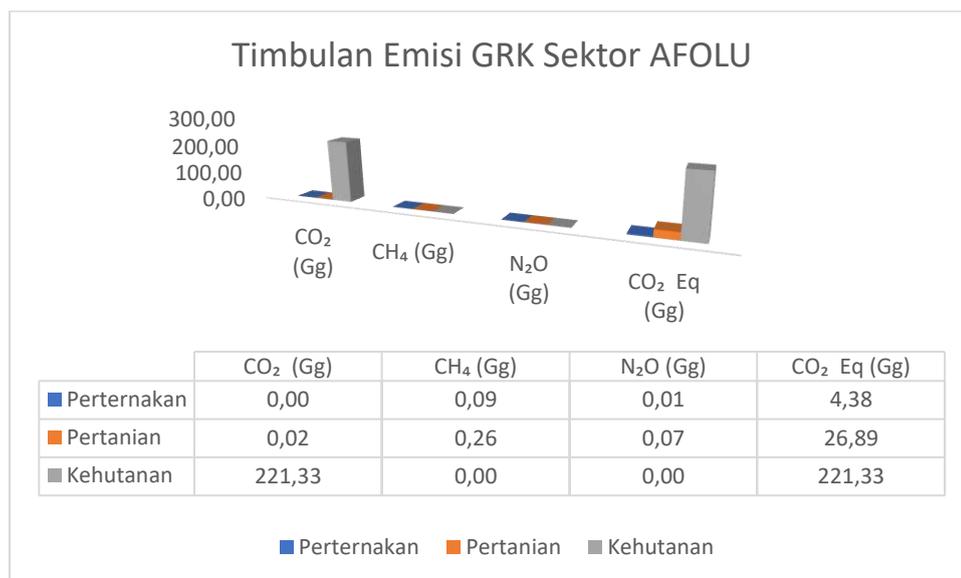


Tabel 5. 23 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor AFOLU Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	221,352	0,343	0,074	251,56

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.23 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor AFOLU Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CO<sub>2</sub> sebesar 221,352 Gg CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> sebesar 0,343 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,074 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan pada sektor AFOLU sebesar **251,56 Gg CO<sub>2</sub> Eq**.



Grafik 5. 3 Timbulan Emisi GRK Sektor AFOLU Kota Jambi Tahun 2023

## 5.5 Sektor Limbah

Pada perhitungan emisi gas rumah kaca sektor limbah terbagi menjadi limbah padat, Air Limbah domestik dan industri.

### 5.5.1. Limbah Padat

#### 1. Pengelolaan Sampah

Nilai timbulan sampah di Kota Jambi diketahui besarnya pada tahun 2023 yaitu sebesar 161.897,58 ton/tahun dengan distribusi sebesar 73,6 persen terangkut ke TPA Talang Gulo, sehingga tidak perlu menghitung timbulan sampah yang



dihitung berdasarkan jumlah penduduk. Selanjutnya dilakukan penghitungan besaran emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan dari sektor pengolahan limbah padat Kota Jambi yang memperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. 24 Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Limbah Padat

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,01	-	0,21

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.24 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor Limbah Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Limbah Padat Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,01 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 0,21 Gg CO<sub>2</sub> Eq

## 2. Pengelolaan Limbah Padat Secara Biologi

Pengolahan sampah secara biologi dapat berupa kegiatan pengomposan maupun pengolahan secara anaerobik. Pengomposan adalah proses aerobik komponen Degradable Organic Carbon (DOC) dalam limbah yang membentuk CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Sedangkan Anaerobic Digestion merupakan metode untuk mempercepat dekomposisi alami material organik tanpa oksigen. Kegiatan Anaerobic Digestion menghasilkan CH<sub>4</sub> yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Data pengolahan secara biologi diperoleh dari persentase sampah yang dikomposkan sebesar 5.5% dari volume timbulan sampah sebesar 161.897,58 Ton/Tahun. Sementara itu, untuk pengolahan sampah secara biologis dengan Anaerobic Digestion tidak diperhitungkan di dalam proses inventarisasi ini.

Tabel 5. 25 Pengolahan Sampah secara Biologi

Tahun	Persentase (%)	Volume (Ton/Tahun)
2023	5,5	161.897,58

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup, 2024



Perhitungan dalam kegiatan pengomposan dilakukan baik secara individu maupun komunal melalui pengembangan TPS 3R. Faktor Emisi terhadap pendugaan emisi di dua kegiatan tersebut disajikan pada tabel 5.18 sebagai berikut:

Tabel 5. 26 FE Pengolahan Sampah secara Biologi

Sumber GRK	FE	Satuan
CH <sub>4</sub> dari proses komposting	4	kg CH <sub>4</sub> / ton sampah
N <sub>2</sub> O dari proses komposting	0,3	kg N <sub>2</sub> O/ton sampah
CH <sub>4</sub> dari pengolahan anaerobik	1	kg CH <sub>4</sub> / ton sampah
N <sub>2</sub> O dari pengolahan anaerobik	0	kg N <sub>2</sub> O/ ton sampah

Sumber: Pedoman Inventarisasi Emisi GRK Nasional, 2012

Tabel 5. 27 Emisi GRK Pengolahan Sampah Secara Biologi

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,0003	0,0009	0,29

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.27 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor Limbah Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengolahan Sampah Secara Biologi Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,0003 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,0009 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 0,29 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

Tabel 5. 28 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Limbah Padat Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	0,01	-	0,49

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.28 hasil timbulan emisi GRK untuk sub-sektor limbah padat Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,01 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan pada sub-sektor limbah padat sebesar **0,49 Gg CO<sub>2</sub> Eq.**



## 5.5.2. Air Limbah

### 5.5.2.1. Air Limbah Domestik

#### 1. Emisi CH<sub>4</sub>

Perhitungan timbulan emisi GRK dari sektor Air Limbah dapat dilihat dari sarana pembuangan limbah domestik rumah tangga yang didukung oleh data populasi tangki septik 99,1% dan IPAL terpusat 0,9% di Kota Jambi tahun 2023.

Pengaruh produksi metana pada masing-masing jenis sistem pengolahan/sanitasi ditunjukkan dengan Methane Corection Factor (MCF) dapat dilihat pada tabel 5.29. Kapasitas Produksi Gas Metana per Jenis Sistem Pengolahan. Dengan potensi produksi gas metana sebesar 60% maka kapasitas CH<sub>4</sub> yang dapat dihasilkan dapat diperhitungkan dengan mengalikan MCF dengan potensi pembentukan gas metana maksimal. Besarnya emisi sangat tergantung dengan sistem sanitasi yang diterapkan. Data jenis sanitasi diperhitungkan dalam persen sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5.30. timbulan emisi CH<sub>4</sub> dari pengelolaan Air Limbah domestik dimana Prosentasenya dikonversi dalam beban TOW yang diolah per jenis sistem sanitasi.

Tabel 5. 29 Kapasitas Produksi Gas Metana per Jenis Sistem Pengolahan

No.	Jenis Pengolahan	A	B	C
		Kapasitas produksi CH <sub>4</sub> maksimum (B0) (kgCH <sub>4</sub> / kgBOD)	Faktor koreksi gas metana untuk (MCFj)	Faktor Emisi (EFj) (kgCH <sub>4</sub> / kgBOD) C = A x B
<b>Sistem Tidak Terolah</b>				
1	Dibuang ke laut, sungai, dan danau	0,60	0,10	0,06
2	Stagnant Sewer	0,60	0,50	0,30
3	Flowing Sewer (Open or Closed)	0,60	0,00	0,00
<b>Sistem Terolah</b>				
1	IPAL aerob terpusat	0,60	0,00	0,00
2	IPAL aerob terpusat (tidak terkelola baik)	0,60	0,30	0,18
3	Anaerobic digester untuk lumpur	0,60	0,80	0,48
4	Anaerobic shallow lagoon	0,60	0,20	0,12
5	Anaerobic deep lagoon	0,60	0,80	0,48
6	Septic system / tangki septik	0,60	0,50	0,30
7	Latrine (iklim kering, muka air tanah lebih rendah dari latrin, keluarga kecil 3-5 orang)	0,60	0,10	0,06
8	Latrine (iklim kering, muka air tanah lebih rendah dari latrin, komunal)	0,60	0,50	0,30
9	Latrine (iklim basah / menggunakan air bilasan, muka air tanah lebih tinggi dari latrin)	0,60	0,70	0,42
10	Latrine (pemanfaatan sedimen untuk pupuk secara reguler)	0,60	0,10	0,06

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024



Tabel 5. 30 Perhitungan Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Air Limbah Domestik Kota Jambi tahun 2023

Tipe pembuangan atau pengolahan	Fraksi Grup Income (Ui) (fraction)	Faktor emisi (EFj) (kg CH <sub>4</sub> /kg BOD)	(TOW) (kg BOD / yr)	Emisi gas Metana (net) (CH <sub>4</sub> ) (Gg CH <sub>4</sub> / yr)
SEPTIC TANK Kota	100	0,30	9.164.770	2,72
IPAL Terpusat Kota	100	0,18	9.164.770	0,02
<b>Total</b>				<b>2,74</b>

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

## 2. Emisi N<sub>2</sub>O

Selain emisi CH<sub>4</sub>, pengolahan Air Limbah domestik juga menghasilkan emisi N<sub>2</sub>O. Emisi N<sub>2</sub>O berasal dari sisa protein yang tidak terserap tubuh dan keluar bersama limbah. Konsumsi protein rata-rata 60,63 Kg/kapita/tahun dan protein yang tidak dikonsumsi dan masuk limbah sebesar 1,1 Kg/kapita/tahun. Fraksi Nitrogen dalam protein sebesar 16% dan faktor emisi nitrogen dalam limbah mencapai 0.005 Kg N<sub>2</sub>O-N/Kg N. Selengkapnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. 31 Besaran Konsumsi Protein Per Kapita Kota Jambi

KOEFISIEN	NILAI	Satuan
Konsumsi Protein per kapita	60,63	Kg/orang/tahun
Protein yang Masuk dalam Limbah	1,10	
Ambang Limbah industri & komersial	1,25	
Fraksi nitrogen di dalam protein	0,16	
Faktor emisi N <sub>2</sub> O dari Air Limbah	0,005	Kg N <sub>2</sub> O-N/Kg N

Sumber: Pedoman Inventarisasi Emisi GRK Nasional, 2012

Besarnya emisi N<sub>2</sub>O dipengaruhi juga jumlah penduduk, oleh sebab itu semakin tinggi populasi daerah akan semakin meningkatkan produksi GRK. Dengan mempertimbangkan konsumsi protein rata-rata 60,63 Kg/kapita/tahun dan protein yang tidak dikonsumsi sebesar 1.1 Kg/kapita/ tahun. Dengan diketahuinya emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O maka rangkuman keseluruhan emisi dari pengolahan Air Limbah domestik di Kota Jambi adalah sebagai berikut:



Tabel 5. 32 Emisi GRK Air Limbah Domestik Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	2,74	0,07	77,91

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.32 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor Limbah Air Limbah Domestik Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 0,0003 Gg CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sebesar 0,0009 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar **0,29 Gg CO<sub>2</sub> Eq**

### 5.5.2.2. Air Limbah Industri

Hasil perhitungan estimasi emisi GRK dari sektor Air Limbah industri, menjadi salah satu penyumbang yang cukup potensial. Timbulan emisi GRK dari aktivitas industri dapat dihitung dari estimasi Air Limbah industri yang dikelola berdasarkan besaran kapasitas produksi industrinya. Aktivitas industri di Kota Jambi merupakan industri pengolahan karet (*Crumb Rubber*). Pada perhitungan emisi GRK Kota Jambi tahun 2023 dilakukan perhitungan kontribusi emisi GRK sektor limbah dari aktivitas pengolahan Air Limbah industri yang dilakukan pada tiga (3) industri *Crumb Rubber* di Kota Jambi. Berdasarkan data inventarisasi aktivitas dapat dilihat pada tabel 5.33 sebagai berikut:

Tabel 5. 33 Kapasitas Produksi Air Limbah Industri

Sektor industri	Produksi (Ton/Tahun)	Limbah dihasilkan (Wi) m <sup>3</sup> /Ton	Chemical Oxygen Demand (CODi) (kg COD / m <sup>3</sup> )	Total organic (TOWi) (kg COD / yr)
CRUMB RUBBER	1.612.134,00	40,00	6,00	386.912.160,00

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Dari hasil perhitungan TOW kemudian dikalikan dengan faktor emisi untuk mengetahui besaran emisi di kegiatan Air Limbah industri berupa gas metana (CH<sub>4</sub>).



Tabel 5. 34 Perhitungan Timbulan Emisi CH<sub>4</sub> dari Pengelolaan Air Limbah Industri *Crumb Rubber* Kota Jambi tahun 2023

Sektor Industri	(TOW <sub>i</sub> ) (kg COD / yr)	Penyisihan Lumpur (kg COD / yr)	Faktor Emisi (kg CH <sub>4</sub> / kg BOD)	Emisi CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> / yr)
<i>CRUMB RUBBER</i>	386.912.160,00	0,00	0,08	29,0184

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Tabel 5. 35 Emisi GRK Air Limbah Industri Kota Jambi

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	1,58	-	33,15

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.35 hasil timbulan emisi GRK untuk sektor limbah Air Limbah industri Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 1,58 Gg CH<sub>4</sub> sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar **33,15 Gg CO<sub>2</sub> Eq**.

Tabel 5. 36 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sub-sektor Air Limbah Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	4,32	0,07	111,06

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024

Berdasarkan tabel 5.36 hasil timbulan emisi GRK untuk Sub-sektor Air Limbah Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 4,32 Gg CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O sebesar 0,07 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar 111,06 Gg CO<sub>2</sub> Eq.

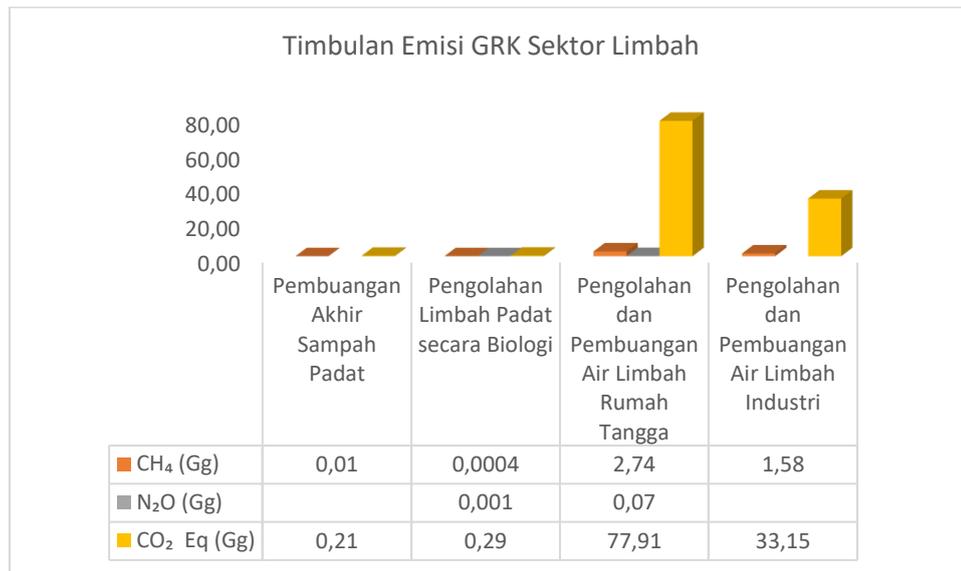
Tabel 5. 37 Rekapitulasi Timbulan Emisi GRK Sektor Limbah Kota Jambi Tahun 2023

EMISI GRK (Gg)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> Eq
	-	4,33	0,07	111,56

Sumber: Data Hasil Perhitungan Sign Smart KLHK, 2024



Berdasarkan tabel 5.37 hasil timbunan emisi GRK untuk sektor limbah Kota Jambi tahun 2023 untuk parameter CH<sub>4</sub> sebesar 4,33 Gg CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O sebesar 0,07 Gg N<sub>2</sub>O sehingga total emisi yang dihasilkan sebesar **111,56 Gg CO<sub>2</sub> Eq.**



Grafik 5. 4 Timbunan Emisi GRK Sektor Limbah Kota Jambi Tahun 2023

### 5.6 Profil Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi GRK Kota Jambi terdapat empat sektor penghasil emisi GRK, yaitu sektor pengelolaan sampah, sektor IPPU, sektor energi, dan sektor AFOLU.

Pada tahun 2023 total emisi GRK di Kota Jambi sebesar 4.277,53 Gg/CO<sub>2</sub> Eq Berdasarkan hal tersebut telah dilakukan perhitungan dan analisis dengan aplikasi Sign Smart KLHK untuk mengetahui besaran timbunan masing-masing sektor kontributor GRK Kota Jambi

Tabel 5. 38 Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi 2023

No	Sektor	Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg)
		2023
1	Energi	3.914,28
2	IPPU	0,13
3	AFOLU	251,56
4	Limbah	111,56
<b>Total</b>		<b>4.277,53</b>

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2023

Hasil persentase emisi GRK yang bersumber dari sektor energi yang merupakan kontributor tertinggi emisi GRK Kota Jambi dengan persentase sebesar



91%. Diataranya bersumber dari transportasi sebesar 2.038,25 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 53,18%, LPG 284,43 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 7,23%, industri manufaktur sebesar 1.267,26 atau setara 32,38% , bahan bakar pembangkit listrik 281,10 Gg/ CO<sub>2</sub> Eq setara 7,18% dari emisi yang ditimbulkan pada sektor energi.

Sektor AFOLU menghasilkan total persentase emisi GRK yang dihasilkan sebesar 6%. Diataranya terbagi menjadi 3 sub-sektor antara lain, sub-sektor perternakan menghasilkan sebesar 4,38 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 1,74%, Sub-sektor pertanian sendiri menghasilkan emisi GRK sebesar 25,86 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 20,56% dan sub-sektor kehutanan menghasilkan 221,33 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 87,98%.

Sektor limbah menghasilkan persentase total emisi sebesar 3% diataranya berasal dari pembuangan akhir sampah padat sebesar 0,21 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 0,19%, pengolahan limbah padat secara biologi sebesar 0,29 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 0,26%, pembuangan air limbah domestik sebesar 77,91 setara 69,84%, serta pengolahan dan pembuangan air limbah industri sebesar 33,15 setara 29,72% dan sektor IPPU tidak menghasilkan persentase terlalu signifikan terhadap emisi GRK Kota Jambi sebesar 0%.



Gambar 5. 1 Kontributor Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi Tahun 2023

## 5.7 Proyeksi Emisi Gas Rumah Kaca dan Perkiraan Penurunan

Sebagai bentuk konsistensi dalam upaya penanganan perubahan iklim maka isu tersebut merupakan salah satu prioritas nasional yang menjadi program lintas bidang dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015–2019. Presiden Joko Widodo telah menyampaikan komitmen pada COP 21 di Paris, Desember 2015 yaitu akan mereduksi emisi sebesar 31,8% (skenario Fair/menggunakan kemampuan sendiri) dan sebesar 43,2% (skenario ambitious/jika mendapat dukungan internasional). Komitmen tersebut diratifikasi melalui Undang-Undang No.16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.

Seiring dengan komitmen pemerintah pusat, maka provinsi Jambi khususnya Kota Jambi juga memiliki tanggung jawab yang sama untuk mendukung dan menyelaraskan usaha-usaha atau kebijakan yang bertujuan sama dengan konsep Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB). Untuk merealisasikan hal tersebut, dilakukanlah inventarisasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kota Jambi pada tahun 2023 dan 2030 untuk kemudian dianalisis potensi penurunan serta aksi mitigasi untuk mendukung penurunan tersebut.

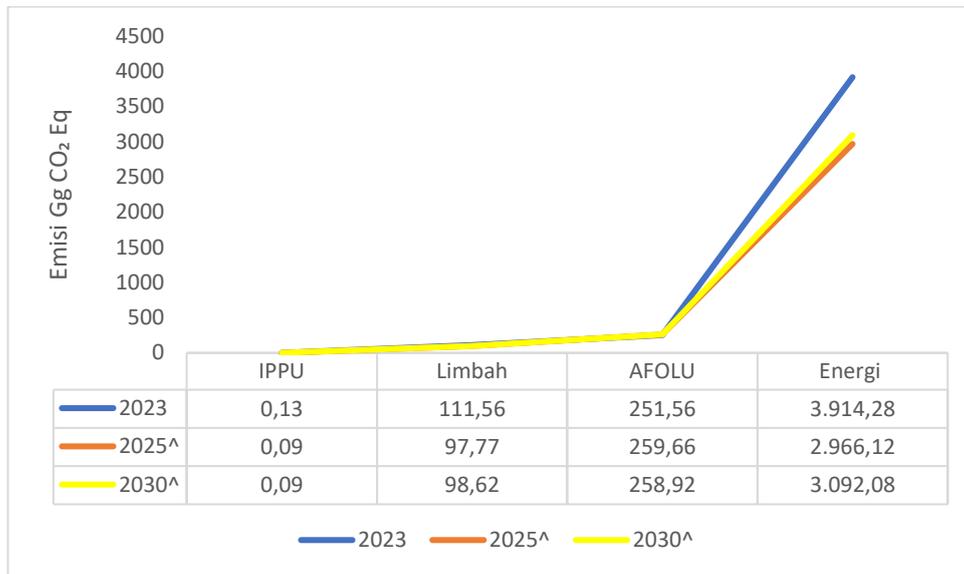
Setelah dilakukan estimasi dengan menggunakan permodelan yang bertujuan untuk melakukan proyeksi bagaimana besaran emisi GRK yang ditimbulkan dari masing-masing sektor, maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2023 potensi emisi GRK Kota Jambi sebesar 4.277,53 Gg CO<sub>2</sub> Eq dan pada tahun 2030 sebesar 3.449,71 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau secara rinci disampaikan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 5. 39 Rekapitulasi Proyeksi Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kota Jambi

No	Sektor	BAU 2023	2025 <sup>^</sup>	2030 <sup>^</sup>
		Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg)	Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg)	Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg)
1	Energi	3.914,28	2.966,12	3.092,08
2	IPPU	0,13	0,09	0,09
3	AFOLU	251,56	259,66	258,92
4	Limbah	111,56	97,77	98,62
<b>TOTAL</b>		<b>4277,53</b>	<b>3.225,87</b>	<b>3.449,71</b>

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2023





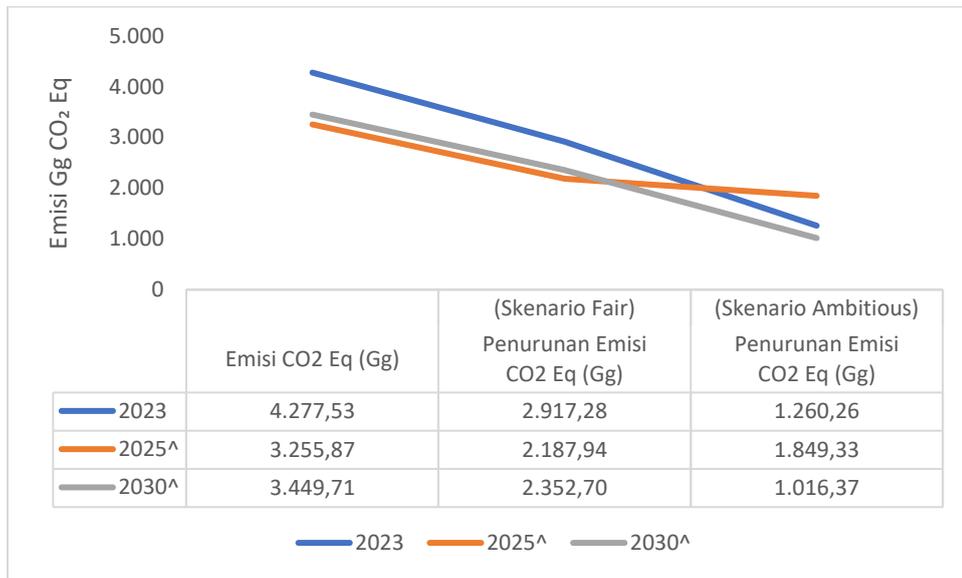
Grafik 5. 5 Tren Kecenderungan Emisi CO<sub>2</sub> Eq (Gg) Kota Jambi Tahun 2023 Kota Jambi

Adapun hasil estimasi permodelan terhadap perkiraan penurunan emisi GRK Kota Jambi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 40 Skenario Penurunan Emisi GRK Kota Jambi Berdasarkan Skenario Fair dan Ambitious

Tahun	Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg)	Penurunan Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg) (Skenario Fair)	Penurunan Emisi CO <sub>2</sub> Eq (Gg) (Skenario Ambitious)
2023	4.277,53	2.917,28	1.260,26
2025^	3.255,87	2.187,94	1.849,33
2030^	3.449,71	2.352,70	1.016,37

Sumber: Data Hasil Perhitungan *Sign Smart* KLHK, 2023



Grafik 5. 6 Skenario Penurunan Emisi CO<sub>2</sub> Eq (Gg) Kota Jambi Berdasarkan Skenario Fair dan Ambitious

Tabel 5. 41 Perbandingan Timbulan Emisi Gas Rumah Kaca Tahun 2021-2023

Tahun	IPPU	Limbah	AFOLU	Energi
2023	0,13	111,56	251,56	3.914,28
2021	0,03	102,56	158,50	3889,17
Selisih	0,10	9	93,06	25,11
Persentase	77%	8%	37%	1%

**BAB VI**

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN DAN**

**KATEGORI KUNCI**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**

**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**

**TAHUN 2024**

## BAB VI

### ANALISIS KETIDAKPASTIAN DAN KATEGORI KUNCI

#### 6.1. Analisis Ketidakpastian

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2012), untuk menghasilkan inventarisasi emisi Gas Rumah Kaca yang berkualitas dan siap untuk diverifikasi mengacu pada prinsip-prinsip dasar yang harus dipenuhi dalam inventarisasi emisi GRK mencakup:

1. **Transparency:** Metodologi, sumber data, asumsi dan referensi dalam penyusunan inventarisasi dan profil Gas Rumah Kaca perlu dicatat dan disampaikan secara transparan.
2. **Relevance:** Inventory dapat memberi gambaran secara tepat tentang tingkat GRK dan informasi yang memenuhi kebutuhan para pengguna inventory (internal & eksternal).
3. **Accuracy :** Dapat dipastikan kuantifikasi GRK telah dilakukan secara sistematis dan sedapat mungkin merefleksikan tingkat emisi/serapan yang benar-benar terjadi dengan level ketidakpastian (perhitungan GRK) rendah. Kuantifikasi harus memiliki tingkat akurasi tinggi agar mempunyai integritas dan pengguna hasil inventarisasi dapat diyakinkan bahwa informasi sesuai dengan yang terjadi secara aktual.
4. **Completeness:** Memperhitungkan/melaporkan tingkat emisi GRK berbagai sumber di dalam boundary yang ditetapkan, perlu secara terbuka dilaporkan jika terdapat emisi dalam boundary agar dihindari terjadinya double accounting dan emisi yang tidak tercatat dan dilaporkan.
5. **Consistency:** Metodologi yang digunakan konsisten sehingga level emisi/serapan dapat dibandingkan setiap tahun. Pelaporan time series, jika terdapat perubahan data, boundary, metodologi dan faktor-faktor lain yang relevan perlu secara transparan didokumentasikan.

Analisis ketidakpastian merupakan analisis yang dilakukan untuk menyatakan tingkat ketidakpastian dari pengukuran dan/atau perhitungan emisi/serapan yang



telah diperoleh berdasarkan tingkat keakurasian data aktivitas dan faktor emisi yang digunakan serta analisis konsistensi.

Dalam penghitungan emisi GRK terdapat banyak sumber ketidakpastian, hal ini disebabkan karena parameter data aktivitas dan faktor emisi bukan merupakan besaran yang diketahui secara pasti. Oleh karena itu, nilai emisi GRK tidak dapat ditentukan secara absolut, artinya terdapat kemungkinan nilai emisi GRK harus dihitung dengan tetap mempertimbangkan nilai ketidakpastiannya.

Ketidakpastian dalam menghitung emisi GRK disebabkan beberapa hal diantaranya:

- a. Ketidakpastian fisik, berkaitan dengan kuantitas fenomena acak seperti ketidakpastian pada volume konsumsi bahan bakar.
- b. Ketidakpastian dalam pengukuran berhubungan dengan ketidaksempurnaan alat pengukuran dan pengambilan data/sampling seperti NCV, kandungan karbon dan densitas bahan bakar.
- c. Ketidakpastian statistik, berkaitan dengan terbatasnya informasi atau data pengamatan seperti nilai kalor, kandungan karbon, dan densitas bahan bakar diketahui hanya ketika ada pengiriman bahan bakar.
- d. Ketidakpastian model, berkaitan dengan asumsi penggunaan model penghitungan emisi GRK untuk memperkirakan nilai emisi GRK.

Berdasarkan uraian diatas, berikut diuraikan analisis ketidakpastian yang terestimasi dalam laporan akhir inventarisasi emisi GRK Kota Jambi tahun 2023.



No	Sektor	Deskripsi	Sumber Ketidakpastian
1	Energi	Perhitungan timbulan emisi GRK menggunakan parameter ketelitian tier-1. Faktor emisi mengacu pada IPCC Guidelines 2006 dalam Alat analisis KLHK Sign Smart dan data aktivitas bersumber dari masing-masing industri yang bersangkutan, PT.PERTAMINA dan PT.Jambi Indoguna Internasional	Terdapat ketidakpastian fisik dan statistik mengingat tidak dapat dipastikan secara mutlak konsumsi BBM yang benar-benar terbakar dan menimbulkan timbulan emisi GRK di Kota Jambi mengingat terbatasnya data jumlah kendaraan di Kota Jambi sebagai data pendukung.
2	IPPU	Perhitungan timbulan emisi GRK menggunakan parameter ketelitian tier-1. Faktor emisi mengacu pada IPCC Guidelines 2006 dalam Alat analisis KLHK Sign Smart dan data aktivitas bersumber dari masing-masing industri yang bersangkutan.	Terdapat ketidakpastian fisik dan statistik untuk data konsumsi pelumas tiap-tiap industri. Hal ini dikarenakan masih terdapat beberapa unit industri terkait yang belum terhimpun di dalam perhitungan timbulan emisi GRK Sektor IPPU
3	AFOLU	Perhitungan timbulan emisi GRK menggunakan parameter ketelitian tier-1. Faktor emisi mengacu pada IPCC Guidelines 2006 dalam Alat analisis KLHK Sign Smart dan data aktivitas bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Jambi	Terdapat ketidakpastian fisik dan statistik mengingat tidak dapat dipastikan secara mutlak angka statistik yang tersedia sehingga perlu dilakukan konfirmasi mendalam dengan fenomena yang terjadi di lapangan.
4	Limbah	Perhitungan timbulan emisi GRK menggunakan parameter ketelitian tier-1. Faktor emisi mengacu pada IPCC Guidelines 2006 dalam Alat analisis KLHK Sign Smart dan data aktivitas bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi.	Terdapat ketidakpastian fisik untuk data komposisi sampah di TPS Talang Gulo dimana diketahui memiliki fenomena proporsi yang sama dalam kurun waktu 3 tahun terakhir.



## 6.2. Kategori Kunci

Tahapan analisis kategori kunci harus dilakukan untuk mengidentifikasi sumber/serapan yang perlu mendapat prioritas dalam pelaksanaan program perbaikan kualitas atas aktifitas maupun faktor emisi, perlu menggunakan metode tingkat keteletian (tier) yang lebih tinggi dan perlu menjadi perhatian utama dalam sistem penjamin dan pengendalian mutu data.

Untuk inventarisasi GRK, IPCC menentukan kategori kuncinya sendiri yang berhubungan dengan pelaporan hasil. Kategori ini digunakan secara umum dalam pelaporan GRK yaitu:

- a. Pengadaan dan penggunaan energi, terkait dengan kegiatan produksi energi maupun penggunaan atau konsumsinya dalam aktivitas sehari hari.
- b. Proses industri dan penggunaan produk, terkait dengan emisi dari suatu proses industri atau entropinya serta emisi akibat penggunaan produk tertentu dalam proses produksi.
- c. Pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan, terkait dengan emisi akibat aktivitas pertanian dan ikutannya (perkebunan, peternakan, pemupukan), emisi kehutanan (kebakaran lahan dan pengambilan kayu) serta emisi akibat fungsi lahan.
- d. Pengelolaan limbah, emisi yang dihasilkan oleh pembuangan limbah (industri, rumah tangga maupun sampah padat) dan pengelolaaannya. Berdasarkan uraian di atas dan hasil analisis emisi GRK Kota Jambi tahun 2023.

dapat dikategorikan beberapa kategori kunci untuk mendapat prioritas dalam pelaksanaan program perbaikan kualitas data aktifitas berdasarkan tingkatan prioritasnya antara lain sebagai berikut:

1. Sektor Energi, terkait emisi yang dihasilkan dari kegiatan pembakaran sumber emisi bergerak melalui penggunaan BBM pada kendaraan di Kota Jambi;



2. Sektor AFOLU, terkait emisi yang dihasilkan oleh kegiatan budidaya padi sawah serta penggunaan pupuk dan kegiatan peternakan di Kota Jambi
3. Sektor IPPU, terkait dengan realisasi konsumsi penggunaan pelumas pada tiap-tiap industri sebagai salah satu aktivitas penghasil emisi GRK
4. Sektor Pengelolaan Limbah, terkait emisi yang dihasilkan oleh pengelolaan limbah padat pada TPS Talang Gulo memerlukan keakuratan data timbulan sampah dan komposisi sampah yang lebih akurat.



# **BAB VII**

## **PENGENDALIAN DAN PENJAMIN MUTU**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## **BAB VII**

### **PENGENDALIAN DAN PENJAMIN MUTU**

#### **7.1. Sistem Pengendalian dan Penjamin Mutu**

Terdapat beberapa hal yang perlu dipahami dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK, salah satunya adalah sistem penjaminan dan pengendalian mutu atau quality assurance (QA) dan quality control (QC) sesuai amanat Peraturan Presiden No 71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Emisi GRK Nasional. Pengembangan sistem penjaminan dan pengendalian mutu data tidak hanya bermanfaat untuk menghasilkan data dan informasi GRK yang berkualitas, tetapi juga secara langsung akan menghasilkan data dan informasi pelaksanaan pembangunan yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Di daerah, pengendalian mutu terutama difokuskan dalam memelihara kualitas data dan informasi agar:

- a. Tidak dipengaruhi oleh kepentingan tertentu seperti penilaian untuk penghargaan atau anugrah;
- b. Tidak mencari metode pendugaan yang mudah tetapi mengabaikan logika pendugaan.

Dengan pertimbangan tersebut diharapkan data kegiatan mencirikan kondisi yang sebenarnya (faktual). Untuk menjamin akurasi dan kualitas GRK dimasa yang akan datang, dilakukan Pengendalian Mutu (QC) yaitu suatu sistem pelaksanaan kegiatan rutin yang ditujukan untuk menilai dan memelihara kualitas dari data dan informasi yang dikumpulkan.

Selain itu, dilakukan pula Penjaminan Mutu (QA) yakni suatu sistem yang dikembangkan untuk melakukan review yang dilaksanakan oleh seseorang yang secara langsung tidak terlibat dalam penyelenggaraan atau independen. Proses review dilakukan setelah inventarisasi GRK selesai dilaksanakan dan sudah melewati proses pengendalian mutu (QC). Kegiatan review akan dilakukan verifikasi bahwa penyelenggaraan inventarisasi GRK sudah mengikuti prosedur dan standar yang berlaku dan menggunakan metode terbaik sesuai dengan perkembangan pengetahuan terkini dan ketersediaan data dan didukung oleh



program pengendalian mutu (QC) yang efektif. Prosedur pengendalian dan penjaminan mutu dilakukan melalui prosedur-prosedur sebagai berikut:

Tabel 7. 1 Prosedur dan Realisasi Pengendalian Mutu Inventarisasi GRK Kota Jambi

No	Kegiatan	Prosedur	Realisasi
1	Pendokumentasian data kegiatan	1. Periksa ulang data, apakah sudah terdokumentasi atau hanya berdasarkan informasi lisan	Data kegiatan telah terdokumentasi dengan baik dan disusun berdasarkan acuan kelembagaan penyediaan data dengan bersumber pada instansi-instansi terkait yang dapat di pertanggung jawabkan
		2. Jika masih dalam informasi lisan, buat dokumentasi sesuai dengan format	
		3. Jika sudah terdokumentasi, cek apakah sesuai dengan format pelaporan umum	
		4. Jika belum, pindahkan dalam format pelaporan umum	
		5. Periksa apakah satuan sudah sesuai dengan standar	
		6. Cantumkan sumber data untuk konfirmasi	
2	Kelengkapan data berseri	1. Periksa apakah data hanya ada dalam tahun tunggal atau sudah jamak	Penggunaan data pada laporan inventarisasi GRK Kota Jambi Tahun 2023 berdasarkan tahun jamak pada periode tahun 2019 hingga tahun 2023. Masing-masing satuan data telah diperiksa dan diselaraskan dengan satuan penggunaan pada model perhitungan emisi dengan
		2. Jika hanya tahun tunggal, buat pendugaan tahun-tahun sebelumnya	
		3. Periksa apakah satuan sudah selesai dengan standar	
		4. Cantumkan sumber data untuk konfirmasi	



No	Kegiatan	Prosedur	Realisasi
			bersumber dari masing-masing instansi yang telah dicantumkan pada dokumen
3	Penggunaan asumsi untuk dugaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jika terdapat data yang tidak wajar atau data tidak tersedia, buat pendugaan</li> <li>2. Pendugaan dibuat dengan asumsi-asumsi</li> <li>3. Periksa apakah asumsi dibuat logis dan menggunakan analogi/redictor yang tepat</li> <li>4. Periksa apakah asumsi-asumsi yang dibuat konsisten sepanjang data berseri antar daerah</li> <li>5. Jika menggunakan data redictor, cek apakah data redictor tersebut relevan dan wajar</li> <li>6. Periksa apakah data redictor berasal dari sumber yang jelas</li> <li>7. Periksa apakah data redictor menggunakan satuan yang sesuai</li> <li>8. Jika semua sudah dilakukan, masukkan data pendugaan ke dalam format pelaporan umum</li> </ol>	Tidak terdapat data yang tidak tersedia sehingga pada inventarisasi emisi GRK Kota Jambi tahun 2023 tidak dilakukan model pendugaan untuk data aktivitas yang digunakan
4	Pengecekan satuan dan konversi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Periksa apakah satuan yang digunakan sudah dimasukkan dengan baik dalam lembar kerja perhitungan</li> <li>2. Periksa bahwa satuan yang benar digunakan mulai dari awal sampai akhir perhitungan</li> <li>3. Periksa bahwa faktor koreksi sudah benar</li> <li>4. Periksa faktor penyesuaian baik temporal maupun</li> </ol>	Penggunaan satuan telah diselaraskan dengan satuan yang digunakan pada lembar kerja perhitungan emisi GRK untuk setiap data aktivitas Faktor emisi yang digunakan mengacu pada IPCC Guidelines dengan alat bantu analisis



No	Kegiatan	Prosedur	Realisasi
		spatial sudah digunakan dengan benar	melalui KLHK Sign Smart
5	Pengecekan kepakaran	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dalam menentukan data kegiatan yang tidak terdokumentasi dilakukan expert judgment</li> <li>2. Periksa apakah pakar sesuai dengan kriteria kepakaran</li> <li>3. Periksa apakah asumsi sudah dimasukkan dalam format pelaporan umum</li> <li>4. Periksa apakah satuan sudah tepat</li> <li>5. Cantumkan sumber dan metode pendugaan sebagai referensi</li> </ol>	Tidak terdapat mekanisme penentuan data atau pendugaan model karena semua data aktivitas terdokumentasi dengan baik dan bersumber dari Lembaga penyedia data terkait
6	Pengecekan kelengkapan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konfirmasi bahwa dugaan emisi dan serapan GRK sudah dilaporkan untuk semua kategori untuk semua tahun mulai dari tahun dasar sampai tahun inventarisasi terakhir</li> <li>2. Untuk sub kategori, konfirmasi bahwa semua kategori sudah tercakup</li> <li>3. Berikan definisi yang jelas untuk kategori sumber GRK lain apabila data cek bahwa gap data yang menghasilkan estimasi yang tidak lengkap didokumentasi termasuk evaluasi ualitative tentang pentingnya sumbangan emisi dari kategori tersebut terhadap total emisi</li> </ol>	Dugaan emisi GRK Kota Jambi tahun 2023 diselaraskan dengan hasil perhitungan tahun 2021 sebagai tahun dasar dan pembandingan melalui analisis kecenderungan selama periode tahun 2021 hingga tahun 2023

Sumber : Pedoman Inventarisasi GRK, 2012

No	Kegiatan	Prosedur	Realisasi
		1. Periksa apakah pakar sesuai dengan kriteria kepakaran	Verifikator dan evaluator pada laporan akhir inventarisasi emisi GRK Kota Jambi tahun 2020 berasal



1	Pemeriksaan kepakaran verifikator/evaluator	2. Periksa apakah evaluator bertindak sesuai dengan prosedur	dari instansi terkait yang memiliki wewenang untuk melaksanakan fungsi verifikasi dan evaluasi yang dilakukan berdasarkan acuan pedoman inventarisasi GRK berdasarkan Lampiran I. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2017
2	Dokumensi hasil evaluasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Periksa apakah hasil evaluasi dicatat</li> <li>2. Periksa apakah catatan evaluasi memberikan rujukan yang tepat, misalnya mencantumkan rujukan metode</li> <li>3. Periksa apakah dokumentasi hasil evaluasi didokumentasikan pada format yang sesuai</li> <li>4. Periksa apakah tim penyusun memahami rekomendasi evaluator/auditor</li> <li>5. Pastikan dua pihak (evaluator/auditor dan tim penyusun) menyetujui rekomendasi yang dibuat</li> </ol>	Verifikator dan evaluator pada laporan akhir inventarisasi emisi GRK Kota Jambi tahun 2020 melakukan evaluasi secara tertulis dengan masukan yang bersifat membangun dengan menggunakan rujukan yang tepat berdasarkan Lampiran I. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2017

Sumber : Pedoman Inventarisasi GRK, 2012



**BAB VIII**  
**RENCANA PERBAIKAN PENYELENGARAAN**  
**INVENTARISASI**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## BAB VIII

### RENCANA PERBAIKAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI

Berdasarkan proses inventarisasi GRK yang telah dilakukan, telah diidentifikasi beberapa kelemahan, terutama menyangkut kualitas data kegiatan. Data kegiatan pada sektor-sektor pertanian, peternakan, energi, limbah dan kehutanan masih belum tercatat dengan baik. Tabel 8.1 berikut ini menjelaskan beberapa kelemahan sumber data saat ini dan potensi perbaikan inventarisasi GRK yang akan datang. Disisi perhitungan, faktor emisi dapat dilakukan apabila terdapat pembaruan faktor emisi sesuai dengan kondisi lokal.

Tabel 8. 1 Rencana Perbaikan Inventarisasi GRK Kota Jambi

No	Sektor	Rencana Perbaikan
1	AFOLU	Konfirmasi dan verifikasi ke lapangan terkait angka konsumsi pupuk serta angka mutlak padi sawah irigasi dan non-irigasi
2	IPPU	Verifikasi lapangan pada unit-unit industri yang belum tercantum pada inventarisasi tahun 2023 terkait penggunaan pelumas dan bahan bakar
3	Energi	Mempertahankan data yang telah ada dengan ditambah dukungan data penunjang berupa banyaknya jumlah kepadatan kendaraan pribadi Kota Jambi
4	Limbah	Inventarisasi limbah padat dan cair yang dihasilkan oleh tiap unit industri di Kota Jambi



# **BAB IX**

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**



**PEMERINTAH KOTA JAMBI**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**TAHUN 2024**

## **BAB IX**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **9.1 Kesimpulan**

1. Kontribusi besaran emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang tertinggi terdapat pada sektor energi dengan nilai emisi GRK sebesar 3.914,28 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau setara dengan 91%, selanjutnya untuk sektor AFOLU menghasilkan emisi GRK sebesar 251,56 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau setara dengan 6% dan untuk sektor limbah menghasilkan emisi GRK sebesar 111,56 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau setara dengan 3% sementara kontribusi emisi terendah dihasilkan pada sektor IPPU dengan nilai emisi hanya sebesar 0,13 Gg CO<sub>2</sub> Eq atau setara dengan 0%.
2. Hasil persentase emisi GRK dari sektor energi yang tertinggi bersumber dari transportasi sebesar 2.038,25 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 53,18% dan yang terendah terdapat pada bahan bakar pembangkit listrik yaitu sebesar 281,10 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 7,18%, selanjutnya sektor AFOLU kontribusi tertinggi yang menghasilkan emisi GRK terdapat pada sub-sektor kehutanan yaitu sebesar 221,33 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 87,98% dan yang terendah terdapat pada sub-sektor peternakan yang hanya menghasilkan emisi sebesar 4,38 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 1,74% dan untuk sektor limbah yang memberikan kontribusi tertinggi terdapat pada pembuangan air limbah domestik sebesar 77,91 setara 69,84% dan yang terendah berasal dari pembuangan akhir sampah padat yaitu sebesar 0,21 Gg/CO<sub>2</sub> Eq setara 0,19%, sementara untuk sektor IPPU tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap emisi GRK Kota Jambi yaitu sebesar 0%
3. Analisa Kategori Kunci (Key Category) dilakukan dengan menghitung total besaran emisi GRK yang dihasilkan oleh 4 sektor perhitungan di Kota Jambi tahun 2023 adalah sebesar 4.277,53 Gg CO<sub>2</sub> Eq

#### **9.2 Rekomendasi**

Berdasarkan hasil dari inventarisasi emisi ini, direkomendasikan hal-hal sebagai berikut:

1. Peningkatan kegiatan ekonomi di berbagai sektor di Kota Jambi utamanya pada sektor energi yang bersumber dari transportasi perlu diimbangi dengan aksi



mitigasi penurunan emisi gas rumah kaca guna menekan peningkatan emisi GRK dengan menyediakan transportasi umum yang ramah lingkungan dan/atau transportasi listrik.

2. Melakukan upaya penyerapan emisi GRK dengan menggiatkan program penanaman pohon yang bertujuan memperbanyak populasi pohon di Kota Jambi serta memaksimalkan fungsi RTH yang ada di Kota Jambi
3. Upaya kolaborasi guna mengurangi emisi gas rumah kaca antara kegiatan sub-sektor pertanian dan peternakan. Kegiatan peternakan dapat mendukung produktivitas pertanian melalui pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk organik untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia yang sekaligus dapat mengurangi emisi GRK. Di sisi lain, limbah panen dari kegiatan pertanian dapat digunakan sebagai pakan ternak untuk menghindari pembakaran biomassa serta perlu adanya pengembangan inovasi dan pembinaan pemanfaatan biogas dari limbah ternak untuk dimanfaatkan kembali bersama masyarakat.
4. Meningkatkan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaku usaha yang berpotensi menghasilkan emisi GRK.
5. Upaya pengelolaan sampah dengan konsep 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Serta melibatkan pemerintah, masyarakat, maupun swasta guna mengurangi timbulan sampah di tingkat sumber dan memperbanyak jumlah bank sampah.



# DAFTAR PUSTAKA



**PEMERINTAH KOTA JAMBI  
DINAS LINGKUNGAN HIDUP  
TAHUN 2024**

## DAFTAR PUSTAKA

- Freije, Afnan Mahmood, Tahani Hussain, dan Eman Ali Salman. 2017. Global Warming Awareness Among The University of Bahrain Science Students. *Journal of The Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*. Volume 22. 9-16.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre. ICRAFSA. Bogor.
- IPCC. 2006. Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories. Institute For The Global Environmental Strategies : Japan.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. KLHK : Jakarta.
- Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK).
- Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 tahun 2021 tentang Program Kampung Iklim.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.
- Peraturan Gubernur Jambi No.36 Tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Gas Rumah Kaca.
- Peraturan Daerah Kota Jambi Nomor 03 Tahun 2016 tentang Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Peraturan Daerah Kota Jambi Nomor 14 Tahun 2016 tentang Pembentukan dan Susunan Perangkat Daerah Kota Jambi.
- Pawitan, H. et al. 2009. Update dan penajaman data emisi dan penyerapan gas rumah kaca subsektor tanaman pangan. Laporan akhir KP3I. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Ramlan, M. 2002. Pemanasan Global (Global Warming). *Jurnal Teknologi Lingkungan: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*.
- Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 Tentang Ratifikasi Konvensi Perubahan Iklim.



Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 Tentang Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika.

