



**DINAS LINGKUNGAN HIDUP  
KABUPATEN BANTUL**



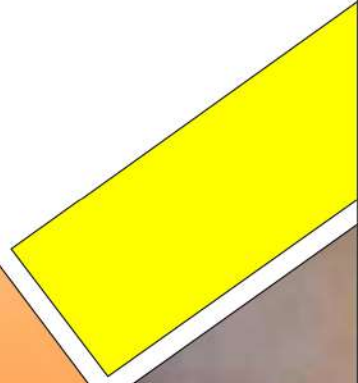
**CV. WIKSADEWA**  
KONSULTAN PERENCANA-PENGAWASAN-PENELITIAN-SURVEI  
Jalan Jl. Nggangin Perum, Tirta Mas No.3 C, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta.  
Telp. 085729019599, Email.wikasadewa17@gmail.com

# **LAPORAN AKHIR**

## **KAJIAN IVENTARISASI EMISI GAS**

### **RUMAH KACA**

#### **TAHUN 2021**



## DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| BAB I PENDAHULUAN .....   | 1  |
| 1.1 LATAR BELAKANG.....   | 1  |
| 1.2 MAKSUD DAN TUJUAN .....   | 3  |
| 1.3 RUANG LINGKUP .....   | 3  |
| 1.4 DASAR HUKUM.....  | 3  |
| BAB II STUDI LITERATUR .....  | 5  |
| 2.1 PEMANASAN GLOBAL.....   | 5  |
| 2.2 GAS RUMAH KACA .....  | 5  |
| 2.3 DAMPAK GAS RUMAH KACA.....  | 6  |
| 2.4 SUMBER EMISI GAS RUMAH KACA .....   | 8  |
| 2.5 KONDISI GRK DI INDONESIA .....  | 13 |
| 2.6 GRK di Kabupaten Bantul .....   | 21 |
| 2.7 PENGATURAN KELEMBAGAAN DALAM PENYELENGGARAAN<br>INVENTARISASI GAS RUMAH KACA.....         | 22 |
| 2.8 INVENTARISASI RUMAH KACA.....   | 24 |
| BAB III METODOLOGI DAN DATA YANG DIGUNAKAN .....  | 27 |
| 3.1 ALUR PIKIR PEKERJAAN.....   | 27 |
| 3.1.1 Pengumpulan Data .....  | 28 |
| 3.1.2 Pengolahan Data .....   | 28 |
| 3.2 METODOLOGI .....  | 28 |
| 3.2.1 Metode Perhitungan Inventarisasi Gas Rumah Kaca.....                                    | 28 |
| 3.2.2 Sumber Data Yang Digunakan .....  | 30 |
| BAB IV HASIL PERHITUNGAN EMISI DAN SERAPAN GAS RUMAH KACA .....                               | 33 |
| 4.1 TINGKAT, STATUS DAN KECENDERUNGAN EMISI DAN SERAPAN GAS<br>RUMAH KACA .....               | 34 |
| 4.2 EMISI DAN SERAPAN GAS RUMAH KACA KABUPATEN BANTUL TAHUN<br>2021 BERDASARKAN KATEGORI..... | 34 |
| 4.2.1 Pengadaan dan Penggunaan Energi .....   | 34 |
| 4.2.2 Proses Industri .....   | 38 |
| 4.2.3 Pengelolaan Limbah.....   | 41 |
| 4.2.4 Pertanian.....  | 48 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.5 Kehutanan Dan Penggunaan Lahan Lainnya.....                                 | 56 |
| 4.3 TOTAL EMISI GRK KABUPATEN BANTUL TAHUN 2020 .....                             | 59 |
| BAB V ANALISIS KETIDAKPASTIAN DAN KATEGORI KUNCI .....                            | 61 |
| 5.1 PRINSIP DASAR.....  | 61 |
| 5.2 ANALISIS KETIDAKPASTIAN .....   | 62 |
| 5.3 ANALISIS KATEGORI KUNCI .....   | 69 |
| BAB VI PENGENDALIAN DAN PENJAMINAN MUTU .....                                     | 74 |
| <a href="#">BAB VII</a> RENCANA PERBAIKAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GRK ..... | 81 |
| BAB VIII PENUTUP .....  | 85 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Kategori Utama Sumber Emisi GRK .....   | 9  |
| Gambar 2.2 Sumber Emisi GRK dari Sektor Energi.....  | 10 |
| Gambar 2.3 Sumber Emisi GRK dari Sektor IPPU .....   | 11 |
| Gambar 2.4 Sektor AFOLU .....  | 11 |
| Gambar 2.5 Cakupan Sumber Emisi GRK dari Sektor Kehutanan dan<br>Penggunaan Lahan Lainnya .....                  | 12 |
| Gambar 2.6 Trend Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia berdasarkan Sektor<br>tahun 1990-2030.....                    | 14 |
| Gambar 2.7 Kontribusi Emisi GRK Sektoral Terhadap Emisis GRK Nasioanal.....                                      | 15 |
| Gambar 2.8 Kecenderungan Emisi GRK Sektor Energi Tahun 2000-2018 .....   | 16 |
| Gambar 2.9 Tingkat Emisi GRK Sektor IPPU Tahun 2000-2018 .....   | 17 |
| Gambar 2.10 Komposisi Emisi GRK Sektor IPPU Tahun 2018.....  | 18 |
| Gambar 2.11 Emisi dari Sektor Pertanian Menurut Kategori Tahun 2000-<br>2018.....                                | 19 |
| Gambar 2.12 Emisi dari Sektor Kehutanan dan Penggunaan Lahan lainnya<br>Tahun 2000-2018 (dengan Peat Fire) ..... | 20 |
| Gambar 2.13 Emisi GRK dari Sektor Kegiatan Pengelolaan LimbahTahun<br>2000-2018 .....                            | 21 |
| Gambar 2.14 Distribusi Emisi GRK dari Sektor Kegiatan Pengelolaan<br>Limbah Tahun 2018.....                      | 21 |
| Gambar 2.15 Mekanisme Pelaporan Inventarisasi GRK.....   | 23 |
| Gambar 3.1 Alur Pikir Kegiatan .....   | 27 |
| Gambar 4.1 Grafik Tingkat Emisi GRK Kabupaten Bantul 2015-2019 .....   | 34 |
| Gambar 4.2 Emisi GRK Kabupaten Bantul Sektor Pengadaan Dan<br>Penggunaan Energi Tahun 2019 – 2020 .....          | 36 |
| Gambar 4.3 Emisi GRK Kabupaten Bantul Sektor Proses Industri Tahun<br>2019 – 2020.....                           | 40 |
| Gambar 4.4 Tren emisi GRK Sektor Pertanian Kab.Bantul Tahun 2017 –<br>2020.....                                  | 56 |
| Gambar 4.5 Emisi GRK Sektor Kehutanan Kabupaten Bantul Tahun 2020 .....  | 59 |
| Gambar 4.6 Total Emisi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2017-2020 .....  | 60 |
| Gambar 5.1 Ilustrasi Akurasi dan Presisi (IPCC, 2008) .....  | 64 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 5.2 Rumus Metode Rumus.....  | 68 |
| Gambar 5.3 Pohon Pengambilan Keputusan dalam Penentuan Kategori<br>Kunci..... | 71 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Emisi GRK per Subkategori Sektor IPPU Tahun 2018.....  | 17 |
| Tabel 3.1 Kebutuhan dan sumber data.....   | 28 |
| Tabel 3.2 Deskripsi Metodologi dan Sumber Data Inventarisasi GRK di Kabupaten Bantul Tahun 2021.....           | 31 |
| Tabel 4.1 Total Emisi GRK Kabupaten Bantul 2015-2019.....  | 33 |
| Tabel 4.2 Total Emisi Sektor Pengadaan dan Penggunaan Energi .....   | 37 |
| Tabel 4.3 Total Emisi Sektor Proses Industri .....   | 38 |
| Tabel 4.4 Total Emisi N2O tidak langsung dari pengolahan limbah cair domestic Kabupaten Bantul Tahun 2020..... | 43 |
| Tabel 4.5 Produksi Masing-Masing Sektor Industri.....  | 43 |
| Tabel 4.6 Total Bahan Organik Terdegradable dalam air limbah tiap industri.....                                | 44 |
| Tabel 4.7 Total Emisi CH4 Pengolahan Limbah Cair Industri .....  | 45 |
| Tabel 4.8 Emisi Total Sektor Pengelolaan Limbah.....   | 46 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Emisi CO2 dari penggunaan pupuk.....   | 50 |
| Tabel 4.10 Perhitungan emisi CH4 dari Kegiatan Fermentasi Enterik .....  | 51 |
| Tabel 4.11 Perhitungan Emisi CH4 pada Pengelolaan Kotoran Ternak .....   | 52 |
| Tabel 4.12 Perhitungan Emisi N2O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak.....                                 | 54 |
| Tabel 4.13 Emisi Total Sektor Pengelolaan Pertanian .....  | 55 |
| Tabel 4.14 Emisi Total Sektor Kehutanan Dan Penggunaan Lahan Lainnya .....                                     | 57 |
| Tabel 4.15 Total Perhitungan Emisi GRK Kabupaten Bantul 2017-2020.....   | 59 |
| Tabel 5.1 Hasil Analisa Kategori Kunci.....  | 72 |
| Tabel 6.1 Prosedur Umum Pengendalian Mutu (QC) untuk Inventarisasi GRK.....                                    | 76 |
| Tabel 6.2 Prosedur Pengendalian dan Penjaminan Mutu Inventarisasi GRK Kabupaten Bantul .....                   | 80 |
| Tabel 7.1. Rencana Perbaikan Inventarisasi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2021.....                                | 81 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Pemanasan global (*Global Warming*) adalah kejadian meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, lautan dataran bumi. Suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat  $0,18^{\circ}\text{C}$  selama seratus tahun terakhir. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyimpulkan bahwa, "sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia melalui efek rumah kaca. Peningkatan suhu global diperkirakan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain, seperti naiknya muka air laut dan meningkatnya intensitas kejadian cuaca ekstrim. Kenaikan suhu yang diprediksi oleh IPCC mencapai  $1-3,5^{\circ}\text{C}$  pada akhir tahun 2100 (IPCC 1992), disebabkan oleh akumulasi gas rumah kaca ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ , dan CFCs) di atmosfer bumi sehingga menghambat pantulan radiasi matahari (inframerah) dari permukaan bumi ke luar angkasa.

Diantara gas-gas rumah kaca tersebut,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  memiliki sifat seperti efek rumah kaca yang meneruskan radiasi gelombang pendek atau cahaya matahari, tetapi menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan bumi bersifat panas sehingga suhu di atmosfer bumi makin meningkat. Peningkatan suhu dengan adanya pemanasan global ini memacu pemerintah secara nasional maupun internasional untuk melakukan kegiatan yang dengan tujuan menurunkan efek gas rumah kaca.

Pemerintah Indonesia dalam hal ini telah mengambil peran aktif dalam negosiasi internasional dengan berkomitmen menurunkan emisi GRK sebesar 29% pada tahun 2030 dengan menggunakan sumber daya dalam negeri dan mencapai 41% dengan dukungan internasional. Komitmen tersebut telah ditindaklanjuti melalui penyusunan Prioritas Nasional dan Rencana Aksi tahun 2014-2019 oleh BAPPENAS. Pemerintah menempatkan perubahan iklim sebagai isu lintas sektoral yang telah

tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2014-2019. Perbaikan pengelolaan sektor kehutanan, lahan gambut, energi, transportasi, industri dan pengelolaan persampahan menjadi prioritas dalam menurunkan emisi GRK. Sementara itu, adaptasi terhadap dampak perubahan iklim mencakup sektor pertanian, kelautan dan perikanan, pengembangan daerah pesisir, infrastruktur dan kesehatan.

Pemenuhan komitmen untuk penurunan emisi gas rumah kaca dilakukan dengan penyusunan Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN GRK) yang tertuang dalam Peraturan Presiden (Perpres) No 61 tahun 2011 yang berisi tentang Dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang seara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi GRK nasional sesuai dengan target pembangunan nasional. Dalam pasal 6 Perpres 61/2011, disebutkan bahwa untuk menurunkan emisi GRK di masing-masing provinsi, Gubernur harus menyusun Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK. Sebelum menyusun rencana aksi, maka penting untuk mengetahui status emisi maupun serapan GRK dari sumber-sumber potensial yang ada di daerah. Hal ini kemudian dituangkan dalam Perpres No 71 tahun 2011 mengenai Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional.

Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai salah satu dari 34 propinsi merespon Perpres No 61 Tahun 2011 dengan menyusun Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK melalui peraturan Gubernur DIY nomor 51 tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. RAD ini melingkupi bidang pertanian, kehutanan dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengolahan limbah, dan kegiatan pendukung lainnya.

Kabupaten Bantul sebagai salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta berkontribusi dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca dari berbagai aktivitas yang ada di dalamnya seperti kegiatan penggunaan energi, industri, pertanian, peternakan, kehutanan dan pengelolaan limbah. Oleh karena itu, dilakukan penyusunan inventarisasi GRK Kabupaten Bantul untuk mengetahui tingkat, status, kecenderungan emisi GRK, sehingga dapat menyusun upaya mitigasi penurunan GRK sebagai salah satu bentuk upaya tindak lanjut dari laporan inventarisasi GRK tersebut.

## **1.2 MAKSUD DAN TUJUAN**

Maksud penyusunan inventarisasi emisi GRK adalah menyediakan informasi ringkas mengenai pelaksanaan inventarisasi emisi GRK di tingkat kabupaten Bantul.

Inventarisasi Gas Rumah Kaca bertujuan untuk menyediakan informasi secara berkala mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan gas rumah kaca termasuk simpanan karbon di tingkat Kabupaten, serta informasi pencapaian penurunan emisi gas rumah kaca dari kegiatan mitigasi perubahan iklim.

### **1.3 RUANG LINGKUP**

#### **Ruang Lingkup Wilayah**

Lingkup wilayah pelaksanaan kegiatan ini adalah Kabupaten Bantul

#### **Ruang Lingkup Kajian**

Melakukan review terhadap inventarisasi efek Gas Rumah Kaca di Kabupaten Bantul, dengan lingkup antara lain:

- a. Bidang industri (Proses, air limbah dan energi)
- b. Bidang pertanian (Pemakaian pupuk, penebangan pohon)
- c. Bidang peternakan
- d. Bidang pemukiman
- e. Bidang persampahan
- f. Bidang kesehatan
- g. Bidang transportasi
- h. Bidang energi/PLN
- i. Bidang energi/BBM (Pertamina)

Mengolah sumber-sumber emisi GRK yang disajikan sesuai dengan sektor atau kegiatan penghasil emisi GRK yaitu energi, industri, pertanian, dan sampah.

Penghitungan Emisi GRK Pada dasarnya penghitungan emisi GRK menggunakan rumus dasar sebagai berikut :  $Emisi\ GRK = \sum_i A_i \times E_{Fi}$  Dimana : Emisi GRK = Emisi suatu gas rumah kaca ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ )  $A_i$  = Konsumsi bahan jenis  $i$  atau jumlah produk  $i$ ,  $E_{Fi}$  = Faktor Emisi dari bahan jenis  $i$  atau produk  $i$ .

### **1.4 DASAR HUKUM**

Adapun referensi hukum yang digunakan dalam pembuatan dokumen Inventarisasi GRK adalah:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 tahun 1994 tentang Ratifikasi Konvensi Perubahan Iklim, yang mewajibkan Indonesia untuk melakukan pelaporan tingkat emisi GRK nasional dan upaya-upaya mitigasi perubahan iklim pada dokumen komunikasi nasional (national communication; pasal 12 Konvensi);
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa Pemerintah, Pemerintah Propinsi, Kabupaten/Kota melakukan inventarisasi emisi GRK (pasal 63);
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Pasal 65 ayat (3) huruf a, bahwa untuk perumusan kebijakan perubahan iklim dilakukan inventarisasi emisi GRK;
4. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca;
5. Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi gas Rumah kaca
6. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2008 tentang Tahapan, Tatacara Penyusunan, Pengendalian dan Evaluasi Pelaksanaan Rencana Pembangunan Daerah;
7. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2014 tentang Kerugian Lingkungan Hidup akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup;  
Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 12 Tahun 2015 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

# BAB II

## STUDI LITERATUR

### 2.1 PEMANASAN GLOBAL

Pemanasan global didefinisikan sebagai peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Penyebab meningkatnya suhu rata-rata di bumi adalah akibat dari emisi gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan energi panas matahari terperangkap di atmosfer dan menjadikan bumi lebih panas dari sebelumnya (Kuncoro Sejati, 2011)

Pemanasan global telah menjadi isu penting saat ini, dimana fenomena ini diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK), khususnya CO<sub>2</sub> di atmosfer dan telah mengakibatkan berbagai dampak yang merugikan bagi manusia. Berbagai negara, termasuk Indonesia, memberikan perhatian yang besar terhadap dampak pemanasan global. Secara internasional mitigasi pemanasan global dimuat di dalam Protocol Kyoto yang mengatur kewajiban pengurangan emisi GRK bagi negara industri maju (Purwanto, 2009).

### 2.2 GAS RUMAH KACA

Gas rumah kaca adalah gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menyerap dan memancarkan kembali radiasi infra merah yang berasal dari sinar matahari. Secara alami GRK terdapat pada atmosfer bumi dan keberadaannya sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Keberadaan GRK akan menjaga suhu permukaan bumi berada pada kisaran 15°C sementara tanpa keberadaan GRK suhu permukaan bumi akan mencapai - 18°C (Dhillon & Wuehlisch, 2013).

Peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer berbanding lurus dengan peningkatan jumlah radiasi inframerah yang terjebak di atmosfer yang mendorong terjadinya pemanasan global (global warming). Fenomena peningkatan suhu permukaan bumi yang disebabkan oleh efek panas yang ditimbulkan oleh radiasi inframerah yang berasal dari sinar matahari yang terserap dan dipancarkan kembali ke permukaan bumi oleh GRK yang terdapat pada atmosfer bumi dikenal dengan istilah efek gas

rumah kaca. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) memperkirakan bahwa pada tahun 2100 akan terjadi kenaikan temperatur permukaan bumi rata-rata antara 1,8°C - 4,0°C (IPCC, 2007)

Gas rumah kaca adalah sejumlah gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca. Gas-gas yang tergolong gas rumah kaca yaitu karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), metana (CH<sub>4</sub>), sulfur Heksaflorida (SF<sub>6</sub>), perflorokarbon (PFC), dan hidrofouorokarbon (HFC). Prosesnya terjadi ketika sebagian radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek yang diterima permukaan bumi kemudian dipancarkan kembali ke atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang panjang (radiasi infra merah). Radiasi infra merah yang dipancarkan ini lalu menyebar sampai radius tertentu pada lapisan atmosfer bagian bawah, hal itu menimbulkan efek panas yang sampai ke permukaan bumi. Peristiwa inilah yang disebut sebagai efek rumah kaca (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Emisi gas rumah kaca adalah masuknya gas gas berupa CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, dan HFC ke udara ambien yang dapat meningkatkan suhu permukaan bumi serta berpotensi pada perubahan iklim. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) dikaitkan dengan pembakaran bahan bakar fosil dan proses urbanisasi yang intens di seluruh dunia (IPCC, 2014)

Berdasarkan protokol Kyoto, jenis gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer antara lain karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), nitrat oksida (N<sub>2</sub>O), hidrofouorokarbon (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), dan sulfur heksafluorida (SF<sub>6</sub>). Dari jenis gas-gas tersebut, yang paling banyak kandungannya di atmosfer ialah CO<sub>2</sub> (KLH, 2012).

### **2.3 DAMPAK GAS RUMAH KACA**

Dampak Gas Rumah Kaca Efek rumah kaca adalah salah satu hal yang penting bagi kehidupan di Bumi. Dimana aktivitas manusia mempercepat proses alami dengan menciptakan lebih banyak gas rumah kaca jauh di atas kapasitas bumi itu sendiri, dan telah menambahkan lebih banyak gas rumah kaca baru, seperti CFC, halon di atmosfer daripada yang diperlukan untuk menghangatkan bumi ke suhu ideal. Hal inilah yang membuat sistem iklim alami tidak seimbang (IPCC 1992). IPCC (2004) mencatat aktivitas manusia tidak hanya memproduksi lebih banyak CO<sub>2</sub> dan gas rumah kaca lainnya, tetapi juga merusak kemampuan bumi untuk menyerap karbon,

melalui penyerap karbonnya yaitu dengan penyalahgunaan hutan dan plankton lautan yang secara individual memiliki kapasitas untuk menyerap sekitar 50 persen CO<sub>2</sub>.

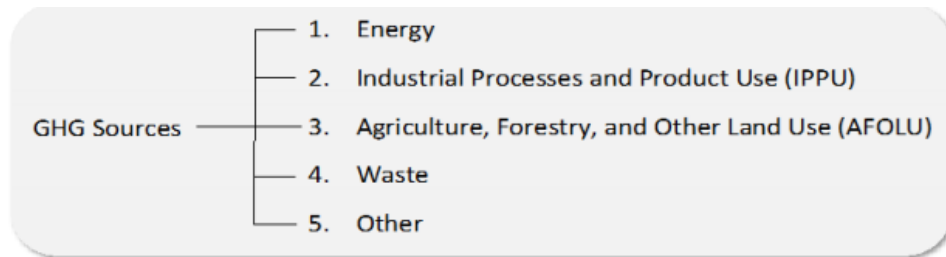
Adapun dampak dari Rumah Kaca menurut Natural Resource Conservation (NRC) 2008 adalah sebagai berikut : (MANIK, 2019)

1. Deforestasi meningkatkan jumlah karbon dioksida di atmosfer dengan berbagai proses terjadinya, salah satu contohnya adalah berkurangnya jumlah pohon akan mengurangi proses fotosintesis yang akan menguraikan
2. Peningkatan Suhu Rata-Rata Pemanasan global mengacu pada peningkatan suhu rata-rata atmosfer. Jadi suhu rata-rata atmosfer mungkin berbeda dari tempat pada durasi dan waktu tertentu. Peningkatan suhu menyebabkan penguapan lebih cepat di darat. Banyak daerah kering, termasuk bagian barat Amerika, Afrika Selatan, India dan Australia mengalami kekeringan yang lebih parah. Jumlah tanah di Bumi yang menderita kondisi kekeringan meningkat dua kali lipat sejak tahun 1970 bahkan ketika total curah hujan global meningkat sekitar 10 persen.
3. Peningkatan Permukaan Laut Hal ini disebabkan karena peningkatan suhu dan kelebihan panas, yang membuat pencairan salju dan es sehingga pada akhirnya terjadi peningkatan pada laut dan samudera. Ada beberapa pemikiran berbeda tentang kenaikan permukaan laut. Lapisan es kutub yang memanjang hingga 12 juta kilometer persegi sekarang menurun dengan laju cepat serta banyak gletser pegunungan telah lenyap atau berkurang dari hari ke hari.
4. Perubahan Pola Curah Hujan Pemanasan di atmosfer merupakan penyebab utama terjadinya perbedaan tekanan, yang mengatur sistem curah hujan dan kuantitasnya. Udara bergerak dari tekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, ketika melintasi badan air itu menjadi sumber hujan dan sebaliknya. Peningkatan suhu rata-rata secara substansial mempengaruhi daerah tekanan dan juga arah angin dan akhirnya mempengaruhi pola curah hujan. Anomali suhu selama 100 tahun terakhir menunjukkan pola yang mengatakan bahwa beberapa daerah menerima curah hujan yang jauh lebih banyak dan beberapa daerah lebih sedikit curah hujan dan di banyak tempat lain pola curah hujan tidak mengikuti hubungan yang konstan dengan parameter iklim lainnya. Perbedaan rata-rata curah hujan untuk sepuluh anomali positif dan negatif tertinggi adalah 7 cm.

5. Perubahan Jadwal Pergantian Musim Karena perubahan suhu udara dan pola curah hujan, sehingga pergantian musim telah banyak berubah / bergeser banyak di seluruh dunia. Di banyak tempat durasi musim dingin semakin panjang sementara di beberapa negara musim kemarau semakin parah setiap tahunnya. Hal ini juga dapat berdampak pada sector pertanian yang seringkali membuat petani gagal panen dikarenakan cuaca dan musim yang berubah ubah.
6. Pergeseran Iklim yang Cepat Para ilmuwan yakin bahwa siklus perubahan iklim di Bumi pada masa lalu terjadi dengan lambat dan bertahap, namun berubah seiring waktu sebagai akibat dari masalah yang diciptakan manusia. Penelitian menunjukkan bahwa iklim bumi ada dalam keadaan stabil selama ribuan tahun. Kemudian, terjadi perubahan secara cepat karena adanya peningkatan kadar karbon serta perubahan radiasi matahari. Dampak utama dari pergeseran iklim itu sendiri adalah gelombang panas & kekeringan serta banjir dan badai yang lebih kuat.
7. Semakin Luasnya Wabah Penyakit Terjadinya perluasan pada wabah pembawa penyakit. Perluasan ini akan memaparkan jutaan manusia pada penyakit menular yang sering mematikan yang ditularkan beberapa hewan. Jelas dari laporan Organisasi Kesehatan Dunia bahwa suhu udara ekstrem yang tinggi berkontribusi langsung pada kematian akibat penyakit kardiovaskular dan pernapasan, terutama di kalangan orang lanjut usia. Pada musim panas di Eropa tahun 2010 telah tercatat lebih dari 70000 kematian yang disebabkan oleh dampak perluasan wabah penyakit

#### **2.4 SUMBER EMISI GAS RUMAH KACA**

Sumber emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia mencakup rincian emisi antropogenik berdasarkan sumber dan resapan, yang dihitung menggunakan IPCC 2006 Guidelines. Sumber emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia mencakup sektor-sektor sebagai berikut: (a) energi, (b) proses industri dan penggunaan produk, (c) pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya; dan (d) limbah. (KLHK, 2020)



**Gambar 2.1 Kategori Utama Sumber Emisi GRK**

### 1. Sektor Energi

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), dan
- c. Kegiatan penyaluran dan distribusi energi.

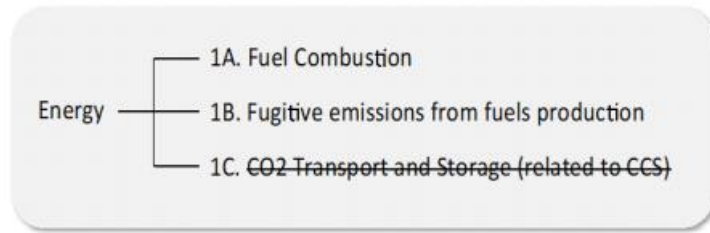
Adapun penggunaan energi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

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

Berdasarkan IPCC 2006 Guidelines, sumber emisi sektor energi dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu

- 1) pembakaran bahan bakar,
- 2) emisi fugitif dari produksi bahan bakar, dan
- 3) kegiatan transportasi, injeksi, dan penyimpanan CO<sub>2</sub> (terkait Carbon Capture Storage-CCS).

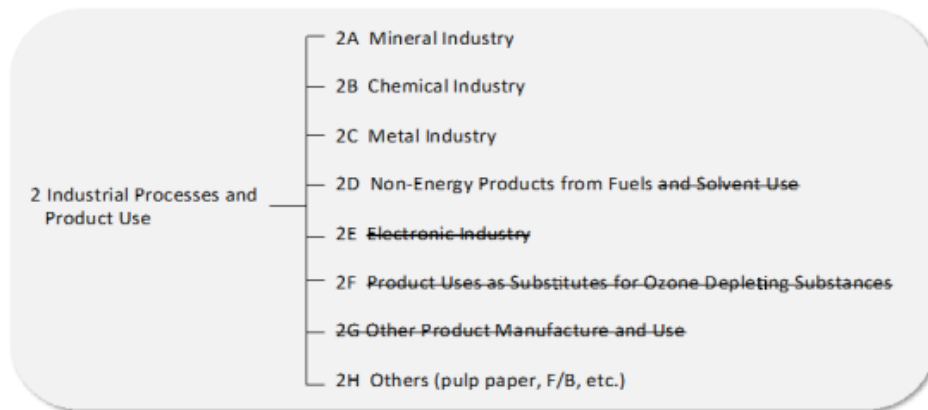
Oleh karena kegiatan CCS belum dilaksanakan di Indonesia, hanya 2 sumber emisi yaitu pada pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive dari bahan bakar (KLHK,2020)



**Gambar 2.2.Sumber Emisi GRK dari Sektor Energi**

## 2. Sektor Industri

Berbagai macam sumber emisi GRK dari industri di Indonesia diklasifikasikan berdasarkan tipe industri. Berdasarkan IPCC GL 2006, tipe industri dikelompokkan menjadi industri mineral, kimia, logam, penggunaan produk bahan bakar non-energi dan pelarut, elektronik dan lain-lain. Dalam laporan ini kegiatan inventarisasi GRK hanya mencakup emisi dari (i) produksi mineral, seperti semen, kapur, kaca/gelas dan proses lain penggunaan karbonat (keramik dan penggunaan soda abu), (ii) produksi kimia, seperti ammonia, asam nitrat, karbida, dan petrokimia (methanol, etilen, etilen diklorida, dan carbon black), (iii) produksi logam (besi dan baja, alumunium, timbal, dan seng), (iv) penggunaan produk bahan bakar non-energi dan pelarut (pelumas dan lilin parafin) dan (v) lain-lain yaitu penggunaan karbonat untuk industri pulp dan kertas serta industri makanan dan minuman. Emisi GRK dari kegiatan produksi kimia (seperti asam adipat, kaprolaktan, glyoxal, titanium oksida dan industri soda abu) tidak termasuk dalam cakupan inventarisasi GRK karena industri tersebut tidak beroperasi di Indonesia. Selain itu, sumber emisi GRK dari industri ferroalloy, elektronik dan produk manufaktur lainnya (pelarut dan penggunaan produk lain) juga tidak dihitung lagi karena sulit untuk mendapatkan data

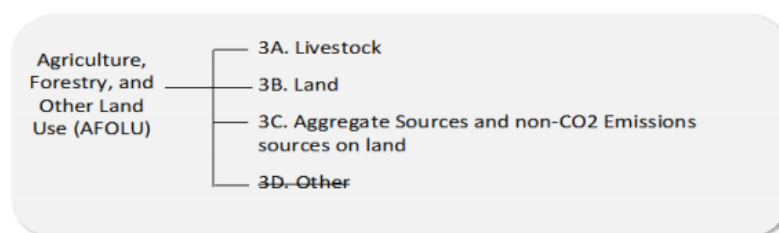


**Gambar 2.3. Sumber Emisi GRK dari Sektor IPPU**

Saat ini, emisi dari kegiatan proses industri elektronik tidak diestimasi karena data yang tersedia merupakan data agregat antara industri yang merupakan sumber emisi GRK dan yang tidak menghasilkan emisi, seperti industri perakitan. Sedangkan untuk emisi GRK terkait penggunaan bahan pengganti Ozone Depleting Substances (ODS) juga sulit untuk diestimasi karena data stok ODS tidak tersedia. Walaupun data impor ODS dapat dilacak tetapi jumlah penggunaannya tidak dapat diketahui.

3. Sektor Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan/ Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)

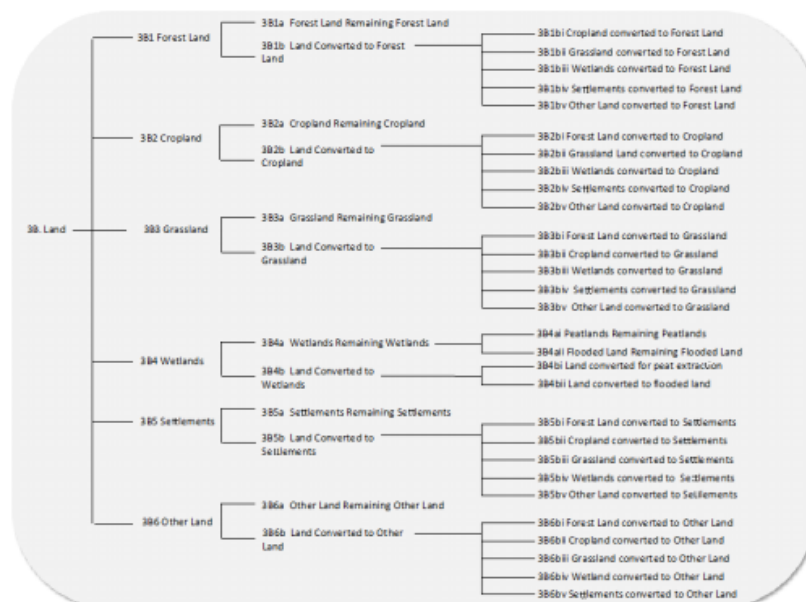
Sektor AFOLU sendiri dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu (a) peternakan (livestock), (b) lahan (land), (c) sumber agregat dan emisi non CO2 dari lahan (aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land), (d) others. Di Indonesia sektor pertanian dan peternakan biasanya cukup disebut sektor pertanian dengan cakupan sumber emisi GRK (GRK) dari sektor AFOLU disajikan pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4. Sektor AFOLU**

Sumber Kategori Emisi/Serapan GRK Pada sektor ini, emisi/serapan GRK dikategorisasikan berdasarkan 6 (enam) kategori penggunaan lahan utama IPCC,

dimana pada setiap kategori penggunaan lahan tersebut dikelompokkan menjadi lahan yang tetap/tersisa dalam kategori penggunaan lahan yang sama dan lahan yang berubah ke penggunaan lahan-lahan lainnya. Untuk itu, emisi/serapan GRK dari setiap kategori penggunaan lahan diklasifikasikan menjadi 12 kategori, yaitu: (1) forest land remained forest land, (2) land converted to forest land, (3) cropland remained crop land, (4) land converted to cropland, (5) grassland remained grassland, (6) land converted to grassland, (7) wetlands remained wetlands, (8) land converted to wetlands, (9) settlements remained settlements, (10) land converted to settlements, (11) other land remained other land dan (12) land converted to other land (Gambar 42). Idealnya, total emisi/serapan GRK dari perubahan stok karbon pada setiap kategori penggunaan lahan merupakan penjumlahan dari semua kategori tersebut dengan memperhitungkan 5 (lima) tampungan karbon, yaitu: (i) biomassa di atas permukaan tanah; (ii) biomassa di bawah permukaan tanah; (iii) pohon mati; (iv) serasah; dan (v) bahan organik tanah. Namun perhitungan emisi GRK dari kehutanan dan penggunaan lahan lainnya pada laporan ini, hanya memperhitungkan tampungan karbon biomassa di atas permukaan tanah dan bahan organik tanah pada lahan gambut



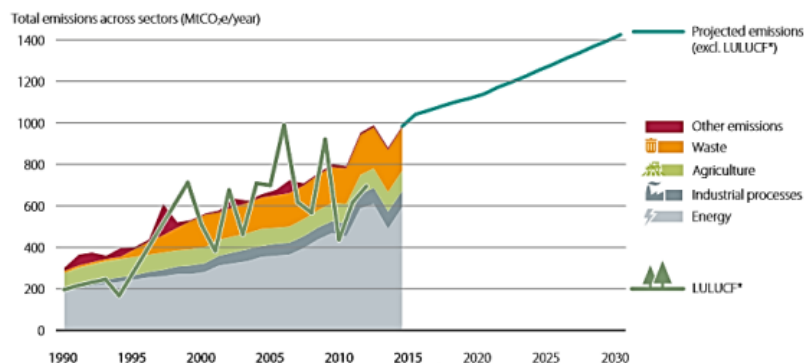
**Gambar 2.5. Cakupan Sumber Emisi GRK dari Sektor Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya**

#### 4. Sektor Limbah

Dalam IPCC guideline 2006, sumber utama emisi GRK dari sektor limbah adalah kegiatan pengelolaannya. Sumber ini diklasifikasikan kedalam 4 kategori yaitu: (a) Pengelolaan limbah padat domestik (sampah) di TPA/landfill, pengelolaan biologi atau komposting, pembakaran terbuka (open burning) dan insinerasi, (b) pengelolaan limbah cair domestik (baik pengelolaan terpusat di IPAL maupun pengelolaan dengan septik tank, cubluk, dan lainnya), (c) pengelolaan limbah cair industri dan (d) pengelolaan sampah industri. Pada laporan 1st BUR dan TNC baru diperhitungkan emisi dari 3 sub kategori saja yaitu: limbah padat domestik (domestik solid waste), limbah cair domestik (domestic wastewater) dan limbah cair industri (industrial wastewater). Pada laporan 2nd BUR dan laporan ini, dilakukan perbaikan dengan menyertakan sumber emisi dari kategori baru yaitu limbah padat industri (industrial solid waste), meskipun baru sebatas penghitungan emisi dari lumpur (sludge) pada industri pulp dan kertas yang dilandfill-kan (landfill of sludge removal), lumpur dari kertas yang dikomposkan (composting of sludge removal), dan penanganan lumpur dari industri kertas (sludge handling).(KLHK, 2020)

## 2.5 KONDISI GRK DI INDONESIA

Emisi Indonesia dari sektor energi, industri dan limbah terus mengalami peningkatan hingga dalam beberapa dekade terakhir, emisi dari sektor penggunaan lahan dan kehutanan juga ikut meningkat dengan siklus-siklus puncak emisi yang sangat tinggi dan merupakan yang tertinggi diantara negara lain (Climate Action Tracker (CAT), 2017).



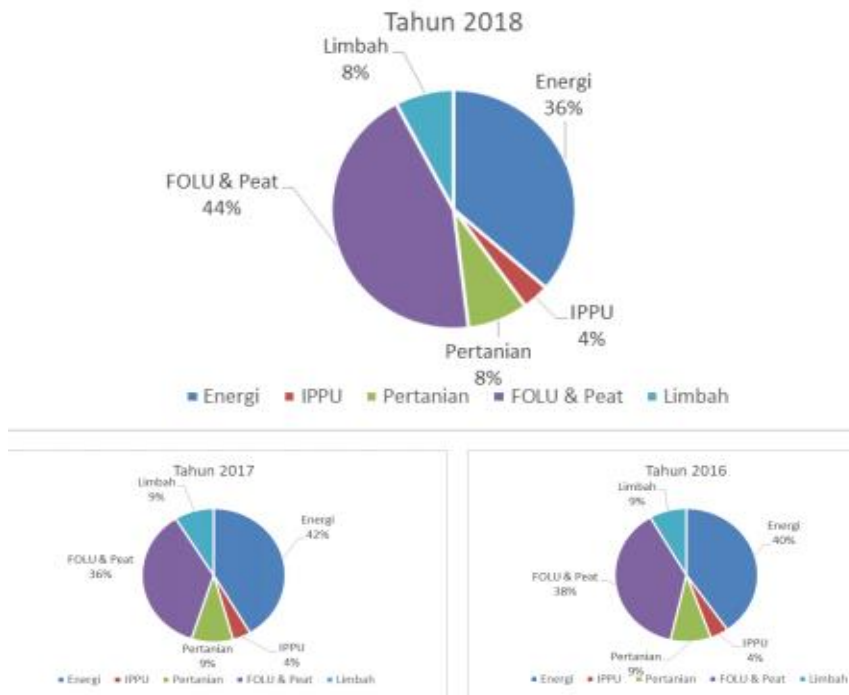
**Gambar 2.6 Trend Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia berdasarkan Sektor tahun 1990-2030**

Sumber : Climate Action Tracker (CAT),2017

Berdasarkan hasil perhitungan inventarisasi GRK nasional menunjukkan tingkat emisi GRK di tahun 2018 adalah 1.637.156 Gg CO<sub>2</sub>e, meningkat sebesar 450.928 Gg CO<sub>2</sub>e dibanding tingkat emisi tahun 2000. Untuk emisi pada tahun 2018 masing-masing kategori/sektor, adalah sebagai berikut: (KLHK, 2020)

1. Energi, sebesar 595.665 Gg CO<sub>2</sub>e
2. Proses Industri dan Penggunaan Produk, sebesar 59.262 Gg CO<sub>2</sub>e
3. Pertanian, sebesar 131.642 Gg CO<sub>2</sub>e
4. Kehutanan dan Kebakaran Gambut, sebesar 723.510 Gg CO<sub>2</sub>e.
5. Limbah, sebesar 127.077 Gg CO<sub>2</sub>e

Pada tahun 2018, sektor yang memberikan kontribusi terbesar terhadap emisi GRK nasional adalah sektor kehutanan dan kebakaran gambut (44%), diikuti oleh sektor energi (36%), limbah (8%), pertanian (8%), dan IPPU (4%) sebagaimana Gambar 7 (a). Sebaran kontribusi pada tahun 2017 menunjukkan pergeseran yang signifikan dibandingkan dengan kontribusi sektoral pada tahun-tahun sebelumnya. Gambar 7 (b) dan Gambar 7 (c) menunjukkan bahwa kecenderungan setiap tahun sektor kehutanan dan kebakaran gambut serta sektor energi merupakan sektor penyumbang emisi yang dominan terhadap emisi GRK Nasional yang cenderung melebihi 50% dari total emisi nasional. Pada tahun 2016 dan 2017 berturut-turut sektor kehutanan dan kebakaran gambut menyumbang emisi sebesar 38% dan 36% serta sektor energi menyumbang emisi sebesar 40% dan 42%. Dengan demikian, pada tahun 2018 terjadi peningkatan emisi sektor kehutanan dan kebakaran gambut yang signifikan.

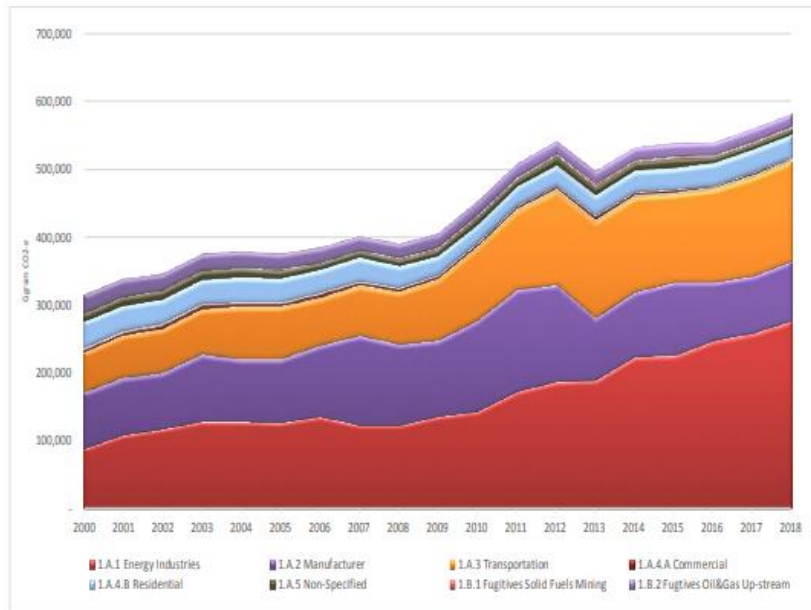


**Gambar 2.7 Kontribusi Emisi GRK Sektoral Terhadap Emisis GRK Nasional**

(Sumber: KLHK, 2020)

### 1. Sektor Energi

Kecenderungan emisi sektor energi meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan peningkatan kebutuhan dan penggunaan energi. Sepanjang kurun waktu Tahun 2000-2018 dapat dilihat bahwa penggunaan energi pada industri energi (termasuk didalamnya penggunaan bahan bakar pada pembangkit listrik dan panas, kilang minyak, dan proses batu bara) merupakan penyumbang emisi terbesar pada sektor energi, yang diikuti oleh penggunaan bahan bakar untuk transportasi, serta energi pada manufaktur pada urutan ketiga.



**Gambar 2.8. Kecenderungan Emisi GRK Sektor Energi Tahun 2000-2018**  
(Sumber: KLHK, 2020)

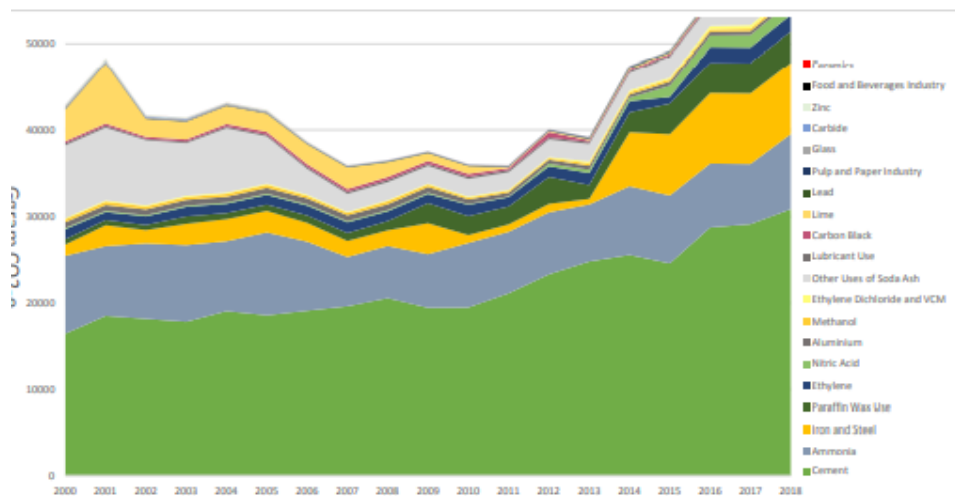
## 2. Sektor IPPU

Secara umum, terjadinya peningkatan emisi secara gradual hingga tahun 2018. komposisi emisi per sub kategori sektor IPPU pada tahun 2018, lebih dari separuh emisi dari sektor IPPU berasal dari industri semen, yang diikuti oleh industri ammonia dan besi baja, lebih dari separuh emisi dari sektor energi berasal dari industri semen, yang diikuti oleh industri besi baja pada urutan kedua. Secara umum terjadinya peningkatan emisi secara gradual hingga tahun 2018.

Tabel 2.1 Emisi GRK per Subkategori Sektor IPPU Tahun 2018

| Kode            | Kategori                    | Emisi 2018             |
|-----------------|-----------------------------|------------------------|
|                 |                             | (Gg CO <sub>2</sub> e) |
| <b>Mineral</b>  |                             |                        |
| 2.A.1           | Cement                      | 30,832                 |
| 2.A.2           | Lime                        | 124                    |
| 2.A.3           | Glass                       | 2                      |
| 2.A.4.a         | Ceramics                    | 3.0                    |
| 2.A.4.b         | Other Uses of Soda Ash      | 2,409                  |
| <b>Chemical</b> |                             |                        |
| 2.B.1           | Ammonia                     | 8,681                  |
| 2.B.2           | Nitric Acid                 | 1,537                  |
| 2.B.5           | Carbide                     | 28,86                  |
| 2.B.8.a         | Methanol                    | 286                    |
| 2.B.8.b         | Ethylene                    | 1,917                  |
| 2.B.8.c         | Ethylene Dichloride and VCM | 443                    |
| 2.B.8.f         | Carbon Black                | 219                    |
| <b>Metal</b>    |                             |                        |
| 2.C.1           | Iron and Steel              | 8.312                  |
| 2.C.3           | Aluminium                   | 441                    |
| 2.C.5           | Lead                        | 74                     |
| 2.C.6           | Zinc                        | 69                     |

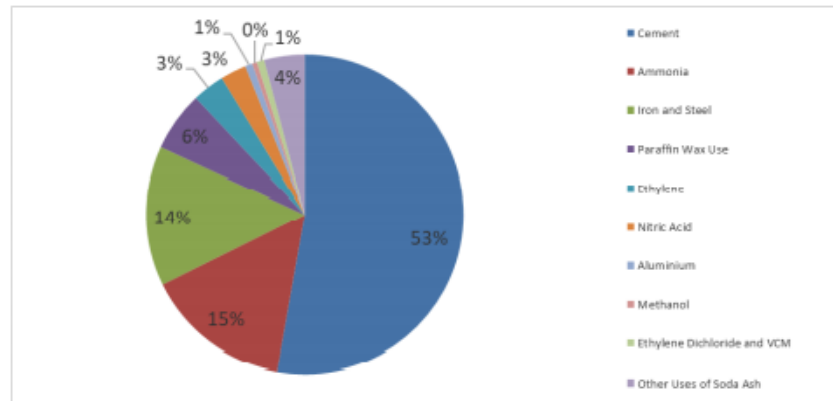
Sumber: KLHK, 2020



Gambar 2.9. Tingkat Emisi GRK Sektor IPPU Tahun 2000-2018

Sumber: KLHK, 2020

Komposisi emisi per sub kategori sektor IPPU pada tahun 2018, lebih dari separuh emisi dari sektor IPPU berasal dari industri semen, yang diikuti oleh industri ammonia dan besi baja.



Gambar 27. Komposisi Emisi GRK Sektor IPPU Tahun 2018

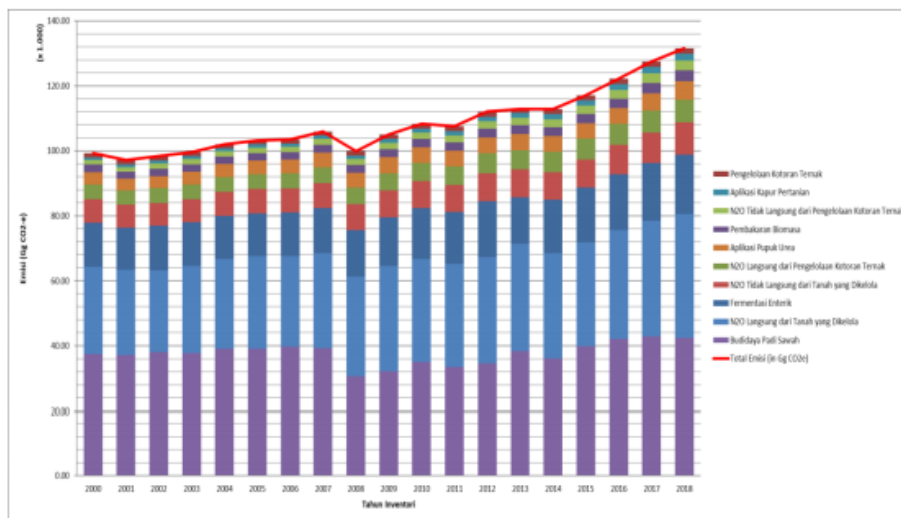
### Gambar 2.10. Komposisi Emisi GRK Sektor IPPU Tahun 2018

Sumber: KLHK, 2020

### 3. Sektor AFOLU

Berdasarkan IPCC Guidelines 2006, sektor pertanian dan peternakan termasuk kedalam sumber emisi dari sector AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use). AFOLU sendiri dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu (a) peternakan (livestock), (b) lahan (land), (c) sumber agregat dan emisi non CO2 dari lahan (aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land), (d) others. Di Indonesia sektor pertanian dan peternakan biasanya cukup disebut sektor pertanian dengan cakupan sumber emisi GRK (GRK) dari sektor AFOLU (KLGK, 2020)

Dari Hasil Laporan Inventarisasi GRK dan MPV 2019 oleh KLHK, dapat diketahui bahwa pada tahun 2000, total emisi GRK dari tiga gas utama (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O) dari sektor pertanian adalah sebesar 99.313,68 Gg CO<sub>2</sub>e, pada tahun 2018, meningkat secara signifikan menjadi 131.641,97 Gg CO<sub>2</sub>e.



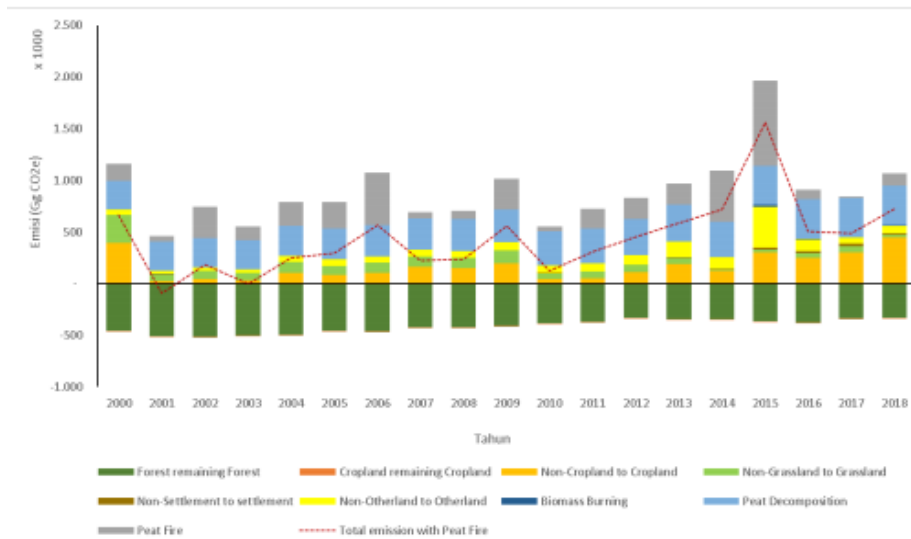
**Gambar 2.11 Emisi dari Sektor Pertanian Menurut Kategori Tahun 2000-2018**

Sumber: KLHK, 2020

Berdasarkan sumbernya, pada tahun 2018 emisi utama dari sektor pertanian didominasi kegiatan budidaya padi sawah (32,27%), emisi N<sub>2</sub>O langsung dari tanah yang dikelola (28,95%) dan fermentasi enterik dari ternak (13,88%).

#### 5. Sektor Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya

Emisi pada tahun 2018 adalah sebesar 723.510 Gg CO<sub>2</sub>e. Tabel di bawah ini menunjukkan bahwa sumber emisi utama dari sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya pada tahun 2018 adalah Non-Cropland to Cropland pada urutan pertama dengan emisi sebesar 445.011 Gg CO<sub>2</sub>e, dekomposisi gambut pada urutan kedua dengan emisi sebesar 385.600 Gg CO<sub>2</sub>e, dan peat fire pada urutan ketiga dengan emisi sebesar 121.322 Gg CO<sub>2</sub>e

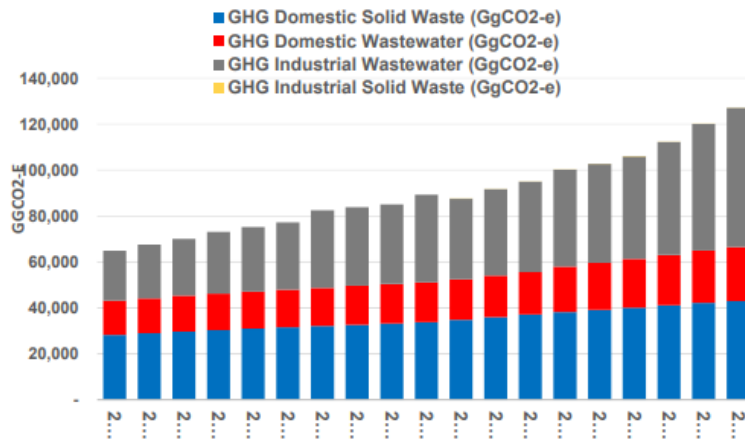


**Gambar 2.12 Emisi dari Sektor Kehutanan dan Penggunaan Lahan liannya Tahun 2000-2018 (dengan Peat Fire)**

Sumber: KLHK, 2020

## 6. Sektor Limbah

Emisi GRK sektoral dari limbah selama periode 2000-2018 terangkum pada tabel di bawah ini. Semua kategori cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dengan tingkat kenaikan yang relatif kecil tanpa lonjakan yang signifikan. Angka emisi sektor limbah mengalami kenaikan setelah dilakukan rekalkulasi untuk periode 2000 s/d 2016 saat penyusunan laporan 2nd BUR pada kategori limbah padat domestik, limbah cair domestik dan limbah cair industri. Penghitungan emisi GRK dari limbah cair industri khususnya kertas sudah memasukkan data pengurangan lumpur/sludge dari WWTP. Total emisi sektor limbah pada tahun 2018 adalah sebesar 127.077,41 GgCO<sub>2</sub>-e. Pengolahan limbah cair industri (IWW) masih menjadi penyumbang emisi terbesar dari sektor limbah dengan angka sebesar 60.555,33 GgCO<sub>2</sub>e atau 47,65%. Selanjutnya berturut-turut diikuti oleh emisi dari limbah padat domestik (DSW) sebesar 42.962,28 GgCO<sub>2</sub>e (33,81%), limbah cair domestik sebesar (DWW) 23.431,77 GgCO<sub>2</sub>e (18,44%) dan limbah padat industri (ISW) sebesar 128,04 GgCO<sub>2</sub>e (0,10%)

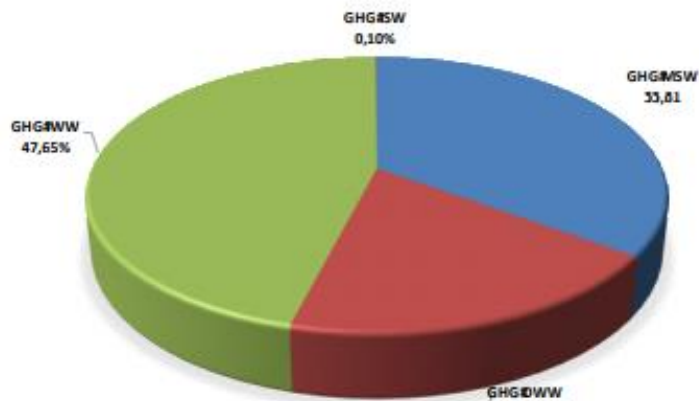


Gambar 48. Emisi GRK dari Kegiatan Pengelolaan Limbah 2000 – 2018

**Gambar 2.12 Emisi GRK dari Sektor Kegiatan Pengelolaan Limbah Tahun 2000-2018**

Sumber: KLHK, 2020

Adapun distribusi emisi GRK sektor limbah tahun 2018 ditunjukkan pada gambar di bawah ini



**Gambar 2.13 Distribusi Emisi GRK dari Sektor Kegiatan Pengelolaan Limbah Tahun 2018**

Sumber: KLHK, 2020

**2.6 GRK di Kabupaten Bantul**

Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai salah satu dari 34 Provinsi merespon Perpres No 61 Tahun 2011 dengan menyusun Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK melalui peraturan Gubernur DIY nomor 51 tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. RAD ini melingkupi bidang pertanian, kehutanan

dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengolahan limbah, dan kegiatan pendukung lainnya. Kabupaten Bantul sebagai salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta berkontribusi dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca dari berbagai aktivitas yang ada di dalamnya seperti kegiatan penggunaan energi, industri, pertanian, peternakan, kehutanan dan pengelolaan limbah.(DLH Bantul, 2020)

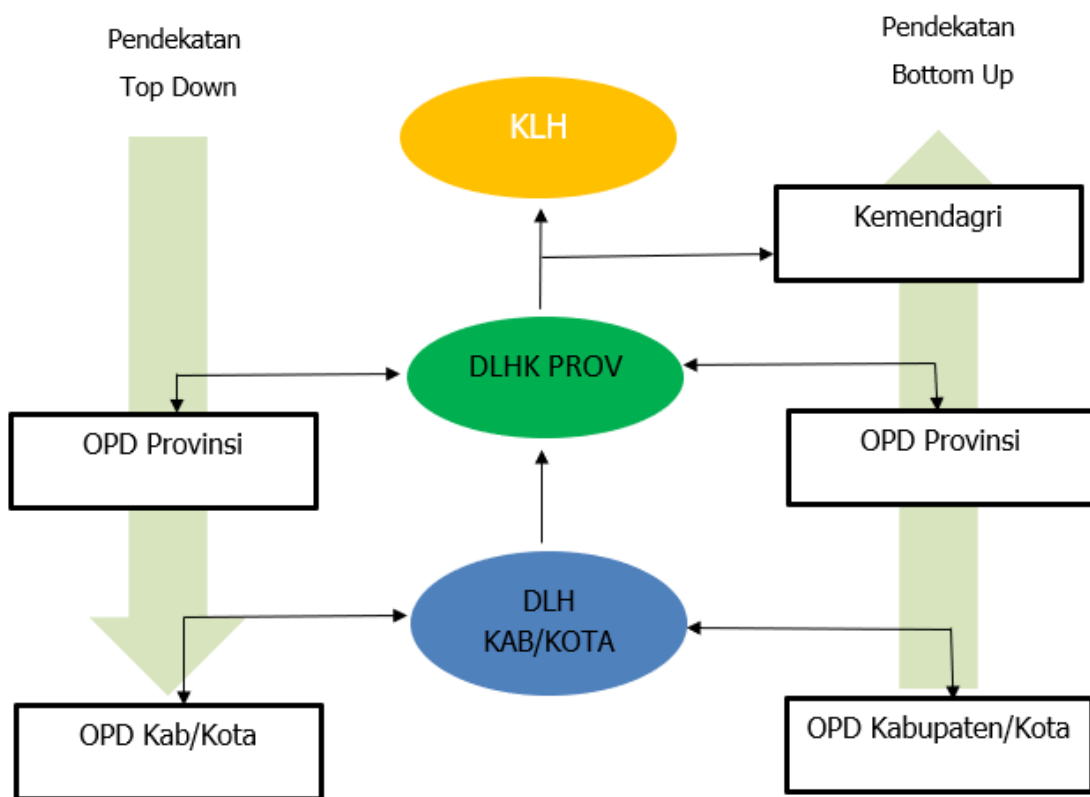
Hasil Inventarisasi Gas Rumah Kaca di Kabupaten Bantul Tahun 2020 menyebutkan besaran emisi GRK Kabupaten Bantul tahun 2015 – 2019 tercatat mengalami kenaikan yang cukup tajam di tahun 2019 khususnya di sektor energi. Sebagai contoh, di tahun 2017 total emisi sebesar 823,030 CO<sub>2</sub>eq Gg/th, sementara tahun 2019 menjadi 10.629,98 CO<sub>2</sub>eq Gg/th. Peningkatan ini sangat dipengaruhi dengan adanya data yang didapat adanya variasi bahan bakar yang bertambah dan juga dengan penggunaan bahan bakar BIO PSO yang cukup besar. Pada sektor lainnya rata-rata mengalami nilai emisi yang cenderung stabil. Pada tahun 2019, sektor energi mendominasi sebesar 96% atau 10.170,9 CO<sub>2</sub>eq Gg/th, berikutnya sektor pertanian 3% atau 299,46 CO<sub>2</sub>eq Gg/th, sektor limbah 54,41 CO<sub>2</sub>eq Gg/th, sektor peternakan 81,7 CO<sub>2</sub>eq Gg/th dan sektor kehutanan 23,51 CO<sub>2</sub>eq Gg/th. Berdasarkan jenis gas, jumlah dan komposisi emisi GRK di Kabupaten Bantul pada tahun 2019 didominasi oleh CO<sub>2</sub> mencapai lebih dari 99%, sedangkan sisanya terdiri dari berbagai jenis gas seperti CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O dan lainnya (DLH Bantul, 2020).

## **2.7 PENGATURAN KELEMBAGAAN DALAM PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA**

Sesuai dengan Perpres No.71 Tahun 2021, Gubernur mendelegasikan kepada Badan Lingkungan Hidup (BLH) untuk mengkoordinasikan dengan sector terkait dan kabupaten/kota ditunjuk sebagai lembaga yang bertanggungjawab untuk mengkoordinasikan penyelenggaraan inventarisasi GRK di tingkat Kabupaten. DLH Kabupaten Bantul menjadikan inventarisasi GRK sebagai bagian tugas pokok dan fungsi Bidang Pengendalian Pencemaran. Bidang ini selanjutnya sebagai operator dan coordinator dalam perencanaan, pengumpulan data, Analisa dan pelaporan inventarisasi GRK.

Sebagai coordinator, DLH kabupaten Bantul mendefinisikan peran penting dalam inventarisasi GRK melalui dua pendekatan. Secara horizontal, DLH mengkoordinasikan, menyampaikan dan menerima data dan informasi tentang

sumber-sumber emisi, serapan dan stok karbon dari SKPD lainnya. Upaya ini melibatkan SKPD, BUMN dan swasta yang terkait GRK. Secara vertical DLH Kabupaten Bantul mengkoordinasikan, menyampaikan, dan menerima data dan informasi dari SKPD terkait sebagai representasi BUpati dan walikota dalam hal inventarisasi GRK. DLH berkewajiban memberikan saran dan masukan dan mengkonsolidasikan dalam bagian inventarisasi GRK tingkat untuk dilaporkan kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Sebagaimana ditunjukkan dalam gambar berikut :



**Gambar 2.14 Mekanisme Pelaporan Inventarisasi GRK**

System kelembagaan Inventarisasi GRK ini akan terhubung dengan system Inventarisasi GRK Nasional (SIGN). SIGN bertujuan untuk memperkuat kapasitas sector-sektor dan daerah dalam rangka meningkatkan kualitas inventarisasi GRK dan pengembangan system managemen inventarisasi yang berkelanjutan. System kelembagaan inventarisasi GRK di Kabupaten Bantul tidak semata-mata difungsikan dalam proses penyusunan inventarisasi saja. Fungsi dan peran DLH Kabupaten Bantul

sebagai Organisasi Pelaksana di Daerah akan memprioritaskan pengembangan kapasitas daerah untuk :

- Peningkatan pemahaman metodologi pelingkupan, perhitungan (termasuk ketidakpastian), kelengkapan, verifikasi dan pelaporan.
- Dokumentasi data kegiatan dan asumsi yang digunakan dan
- Peningkatan ketertiban SKPD lain dalam inventarisasi dan monitoring rencana aksi mitigasi.

## **2.8 INVENTARISASI RUMAH KACA**

Sebagai upaya mitigasi perubahan iklim, dan berkembangnya mekanisme REDD+ sebagai mekanisme penurunan emisi dari sektor kehutanan, Pemerintah telah menyatakan komitmennya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) 26% tahun 2020, dengan sektor kehutanan sebagai kontributor terbesar. Untuk itu Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK dan Perpres No 71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional. Peraturan Perundangan tersebut memuat garis besar upaya penurunan emisi GRK

### **1. Pengertian Inventarisasi Emisi**

Inventarisasi gas rumah kaca (GRK) ditujukan untuk melaksanakan kegiatan penyelenggaraan perolehan dan pemutakhiran data dan informasi emisi GRK secara periodik dari berbagai sumber emisi (source), serapan (sink), dan simpanan (stock). Beberapa tujuan dari inventarisasi itu sendiri adalah untuk (i) mengetahui dan memantau tingkat dan status emisi GRK, (ii) merancang dan mengevaluasi kegiatan mitigasi perubahan iklim, serta (iii) menyusun laporan status emisi GRK nasional. (Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan MRV Nasional 2017)

### **2. Faktor Emisi**

Faktor emisi dapat juga didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu (Ismayanti, dkk. 2011). Definisi tersebut dapat diketahui bahwa jika faktor emisi suatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya per satuan waktu. Untuk sumber bergerak faktor emisi dapat dinyatakan dalam unit:

- a. Gram/kilometer (g/km), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan km menyatakan jarak tempuh kendaraan dalam waktu tertentu.
- b. Gram/kilogram (g/kg), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan kg menyatakan kuantitas bahan bakar yang digunakan.
- c. Gram/joule (g/J), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan Joule menyatakan energi yang digunakan

### 3. Metode Inventarisasi Emisi

Untuk mendukung agar upaya penurunan emisi dapat dihitung (*Measurable*), dilaporkan (*Reportable*) dan dapat di verifikasi (*Verifiable*), diperlukan metode perhitungan emisi yang handal dan diakui internasional. Sampai saat ini metode penghitungan emisi yang dikeluarkan oleh IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) adalah metode yang digunakan oleh seluruh negara yang meratifikasi UNFCCC

Salah satu metode kuantifikasi gas rumah kaca yang banyak digunakan yaitu IPCC 2006 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) dari PBB (Perserikatan Bangsa Bangsa). IPCC 2006 merupakan metode untuk memperkirakan inventarisasi suatu negara atau daerah untuk emisi antropogenik gas rumah kaca dari sumber hingga penyerapannya untuk berbagai sektor termasuk sektor limbah. Pedoman IPCC 2006 memberikan pilihan tingkatan Tier (tingkat kedetailan basis data) yang dapat digunakan untuk memprediksi emisi GRK. Terdapat 3 Tier yang diakomodir metode IPCC 2006, yaitu Tier 1 (mengggunakan data default), Tier 2 (mengggunakan sebagian data spesifik lokasi) dan Tier 3 (mengggunakan semua data spesifik). (Mochammad Chaerul, 2020)

Seperti yang tercantum dalam IPCC 2006 Guideline, emisi GRK dihitung menggunakan kedua metoda, yaitu *reference approach* dan *sectoral approach*. Kedua metoda sering menghasilkan hasil yang berbeda karena *reference approach* merupakan pendekatan top-down dihitung menggunakan data agregat dari suplai energi primer nasional, sementara *sectoral approach* merupakan pendekatan bottom-up dihitung menggunakan data permintaan energi akhir, data transformasi energi, dan data terkait fugitif. Perbedaan

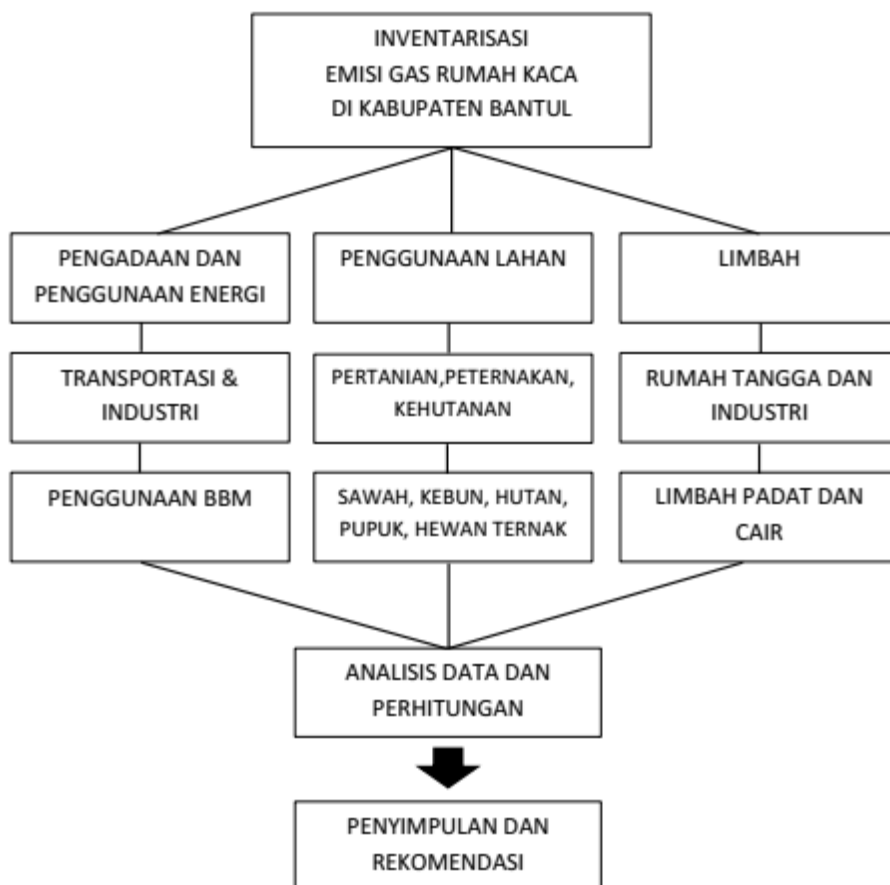
tingkat emisi GRK antara *reference approach dan sectoral approach* biasanya tidak lebih dari 5%. Perbedaan ini sering dikarenakan oleh emisi fugitif GRK dan stock change pada pengguna. Metodologi yang digunakan pada perhitungan emisi ini adalah metode yang ditetapkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines* dalam IPCC Guidelines 2006. Penerapan metodologi ini telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor P.73/MenLHK/Setjen/Kum.1/12/2017 tanggal 29 Desember 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (MANIK, 2019)

# BAB III

## METODOLOGI DAN DATA YANG DIGUNAKAN

### 3.1 ALUR PIKIR PEKERJAAN

Dalam pelaksanaan Inventarisasi Potensi Gas Rumah Kaca, tim konsultan akan menggunakan metode analisis berdasarkan pedoman penyusunan inventarisasi potensi GRK.



Gambar 3.1 Alur Pikir Kegiatan

### 3.1.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk inventarisasi gas Rumah kaca merupakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait Kabupaten Bantul. Adapun data yang dibutuhkan sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Kebutuhan dan sumber data

| No | Jenis Data   | Sumber Data  |
|----|--|--|
| 1  | Data bahan bakar untuk transportasi dan LPG rumah tangga | Dinas PUP ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta dan Dinas Perdagangan Kab.Bantul |
| 2  | Data Pertanian   | Dinas Pertanian Pangan dan Kelautan Kab Bantul                             |
| 3  | Data Peternakan  | Dinas Pertanian Pangan dan Kelautan Kab Bantul                             |
| 4  | Data Kehutanan   | Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta            |
| 5  | Data Kependudukan  | BPS dan Bappeda Bantul   |
| 6  | Data Sampah dan Limbah                                   | Dinas Lingkungan Hidup Kab.Bantul  |
| 7  | Data Kapasitas Industri                                  | BPS Kab Bantul   |

### 3.1.2 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data yang terkumpul akan disesuaikan terlebih dahulu dengan format data dan satuan yang dibutuhkan karena tidak semua data yang ada sesuai dengan format yang dibutuhkan dalam sistem pengolahan data. Pengolahan data dilakukan mengacu pada *aplikasi Signsmart KLHK Vers 2.1*.

## 3.2 METODOLOGI

### 3.2.1 Metode Perhitungan Inventarisasi Gas Rumah Kaca

Dalam perhitungan emisi Gas Rumah Kaca dalam rangka inventarisasi ini pada dasarnya mengacu pada IPCC ( Intergovernmental Panel on Climate Change) tahun 2006. Namun Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2012 mengeluarkan Pedoman Penyelenggaraan

Inventarisasi Gas Rumah Kaca dimana pedoman ini merupakan ringkasan dari IPCC 2006. Persamaan umum yang digunakan untuk perhitungan emisi gas rumah kaca ini adalah

$$\text{Emisi / Penyerapan} = \text{Data Aktivitas} \times \text{Faktor Emisi} \dots\dots\dots (1)$$

Data aktivitas adalah data kegiatan pemanfaatan atau aktivitas manusia yang menghasilkan emisi atau serapan GRK. Data aktivitas diperoleh dari berbagai kelembagaan baik pemerintah maupun non pemerintah yang berhubungan dengan kategori yang menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca. Lembaga dan divisi yang ditunjuk melakukan inventarisasi untuk melakukan pengumpulan data aktivitas perlu segera mengidentifikasi jenis data dan tahun ketersediaannya dan Lembaga yang memiliki dan menyimpan data tersebut.

Factor emisi GRK yang menunjukkan besarnya emisi/serapan per satuan unit kegiatan yang dilakukan. Misalnya salah satu kegiatan manusia yang menimbulkan emisi ialah kegiatan penggunaan alat transportasi. Setiap negara didorong agar melakukan penelitian untuk memiliki factor emisi local agar dugaan emisi dan serapan GRK tidak kebesaran maupun kekecilan dari nilai sebenarnya. Penelitian bisa dilakukan dengan Kerjasama kelembagaan pemerintah dengan perguruan tinggi. Pemilihan metode perhitungan berdasarkan ketelitian (tier) dibagi menjadi 3 :

Tier 1 : metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar (basic equation) dan factor emisi default atau IPCC default values (yaitu factor emisi yang disediakan dalam IPCC Guideline) dan data aktivitas yang digunakan Sebagian bersumber dari sumber data global.

Tier 2 : perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan yang lebih rinci misalnya persamaan reaksi atau neraca material dan menggunakan

factor emisi local yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan data aktivitas berasal dari sumber data nasional dan atau daerah

Tier 3 : metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan metode yang paling rinci (dengan pendekatan modeling dan sampling). Dengan pendekatan factor emisi local dapat divariasikan sesuai dengan keberagaman kondisi yang ada sehingga emisi dan serapan akan memiliki tingkat kesalahan lebih rendah.

Untuk memenuhi prinsip TACCC (Transparency, Accuracy, Completeness, Comparability, dan Consistency), maka kegiatan inventarisasi GRK di Kabupaten Bantul perlu dilakukan dengan bantuan teknologi informasi, dimana inventarisasi dan perhitungan emisi GRK Nasional dengan basis elektronik-online dan informasi teknologi (IT) tersebut dinamakan Sistem Inventory GRK Nasional Sederhana, Mudah, Akurat, Ringkas dan Transparan (SIGN-SMART), yang telah dimutakhirkan oleh KLHK pada awal tahun 2018. SIGN-SMART ini merupakan penyederhanaan dari metode IPCC yang dapat diakses secara luas baik nasional dan internasional.

### **3.2.2 Sumber Data Yang Digunakan**

Secara umum, persamaan untuk pendugaan emisi dan serapan GRK dapat ditulis dalam bentuk persamaan sederhana berikut :

$$\text{Emisi/Penyerapan GRK} = \text{AD} \times \text{EF}$$

Dimana AD adalah data kegiatan yaitu data kegiatan pembangunan atau aktivitas manusia yang menghasilkan emisi atau serapan GRK dan EF ialah factor emisi atau serapan GRK yang menunjukkan besarnya emisi/serapan per satuan unit kegiatan yang dilakukan. Dalam penyusunan inventarisasi GRK ini secara umum menggunakan "Tier" satu menuju dua. Kedalaman metode berbeda-beda antar sector maupun antarkategori mengingat kualitas data dan dokumentasinya yang berbeda-beda pula. Berikut ini deskripsi metodologi dan sumber data yang digunakan per sector.

**Tabel 3.2 Deskripsi Metodologi dan Sumber Data Inventarisasi GRK  
di Kabupaten Bantul Tahun 2021**

| No | Sektor  | Deskripsi Metodologi  |
|----|---|---|
| 1. | Pengadaan dan Penggunaan Energi                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seluruh konten energi dikonversi berdasarkan nilai local yang tercantum dalam Pedoman Inventarisasi GRK Nasional namun factor emisi menggunakan Default IPCC 2006</li> <li>• Sumber data menggunakan tier 1 untuk kategori industry pengolahan, bahan bakar rumah tangga dan transportasi</li> </ul> |
| 2. | Proses Industri dan Penggunaan Produk             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seluruh proses industry menggunakan nilai factor emisi sesuai default IPCC 2006</li> </ul>   |
| 3. | Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kategori peternakan digunakan tier 1 dimana factor emisi mengikuti default IPCC 2006. Sumber data berdasarkan angka populasi ternak dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Perikanan. Jenis system pengolahan kotoran ternak digunakan ditumpuk kering</li> </ul>                              |

|    |                    |   |
|----|--------------------|---|
|    |                    | <p>untuk semua kategori ternak, sedangkan unggas menggunakan kotoran tak ditangkap dan ditangkap.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kategori perubahan lahan digunakan factor emisi local.</li> </ul>   |
| 4. | Pengelolaan Limbah | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semua kategori di sector pengelolaan limbah menggunakan nilai factor emisi sesuai default IPCC 2006</li> <li>• Data kependudukan berdasarkan data populasi penduduk BPS</li> <li>• Sumber data timbulan sampah, distribusi pengelolaan sampah domestic dan sarana pembuangan air limbah domestic diambil dari Aplikasi SIPSN KLHK</li> </ul> |

Semua perhitungan emisi dan serapan Gas Rumah Kaca menggunakan aplikasi SIGN-SMART versi 2.1 yang dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI.

# BAB IV

## HASIL PERHITUNGAN EMISI DAN SERAPAN GAS RUMAH KACA

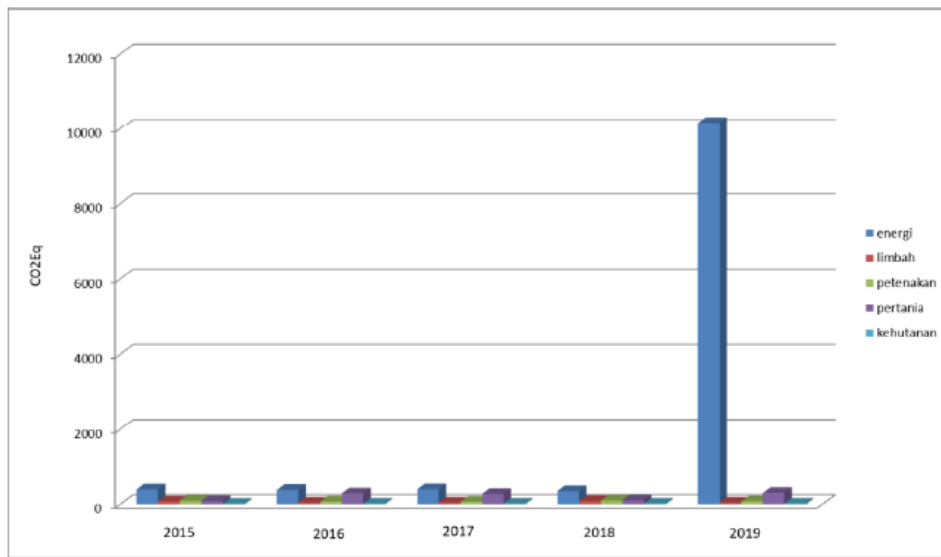
### 4.1 TINGKAT, STATUS DAN KECENDERUNGAN EMISI DAN SERAPAN GAS RUMAH KACA

Kegiatan yang terjadi di Kabupaten Bantul 2019 menghasilkan totalan emisi yang dapat dilihat tren dari keseluruhan kegiatan mulai dari tahun 2015. berikut tabel yang menunjukkan tingkat emisi pada Kab. Bantul pada tabel 4.1:

**Tabel 4.1 Total Emisi GRK Kabupaten Bantul 2015-2019**

| No | Sektor        | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          | 2019             |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| 1  | Energi        | 392,404       | 380,9         | 398,3         | 355,25        | 10170,9          |
| 2  | Limbah        | 77,67         | 53,01         | 53,58         | 87,33         | 54,41            |
| 3  | Peternakan    | 100,896       | 75,41         | 72,4          | 106,11        | 81,7             |
| 4  | Pertanian     | 90,02         | 289,4         | 276,7         | 115,05        | 299,46           |
| 5  | Kehutanan     | 19,56         | 22,81         | 22,05         | 25,3          | 23,51            |
|    | <b>JUMLAH</b> | <b>680,55</b> | <b>821,53</b> | <b>823,03</b> | <b>689,04</b> | <b>10.629,98</b> |

*Sumber : Inventarisasi Emisi GRK Bantul 2020, 2021*



**Gambar 4.1 Grafik Tingkat Emisi GRK Kabupaten Bantul 2015-2019**

Berdasarkan grafik totalan emisi dari semua kegiatan di Bantul diketahui bahwa pada tahun 2019 terjadi lonjakan peningkatan energi yang begitu signifikan. Adapun nilai yang didapat yaitu sebesar 10.170,9 CO<sub>2</sub>Eq Gg/th dimana nilai ini terjadi lonjakan penggunaan bahan bakar pada sektor transportasi. Data yang didapat adanya variasi bahan bakar yang bertambah dan juga dengan penggunaan bahan bakar BIO PSO yang cukup besar. Pada sektor lainnya rata-rata mengalami nilai emisi yang cenderung stabil.

Dalam kajian inventarisasi emisi Gas Rumah Kaca Kabupaten Bantul Tahun 2021 untuk menghitung emisi Gas Rumah Kaca tahun 2020. Hasil perhitungan sigsmart akan dibandingkan dengan hasil inventarisasi gas Rumah Kaca Kabupaten Bantul Tahun 2020. Beberapa data sectoral di inventarisasi tahun 2020 kabupaten belum semua masuk dalam perhitungan di sigsmart dan beberapa kegiatan tidak dihitung dalam kajian sebelumnya. Selain itu adanya perbedaan pendekatan yang digunakan juga berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan.

## **4.2 EMISI DAN SERAPAN GAS RUMAH KACA KABUPATEN BANTUL TAHUN 2021 BERDASARKAN KATEGORI**

### **4.2.1 Pengadaan dan Penggunaan Energi**

Sektor pengadaan dan penggunaan energi terdiri dari tiga kategori yaitu kegiatan pembakaran bahan bakar, emisi fugitive dan transportasi dan penyimpanan CO<sub>2</sub>.

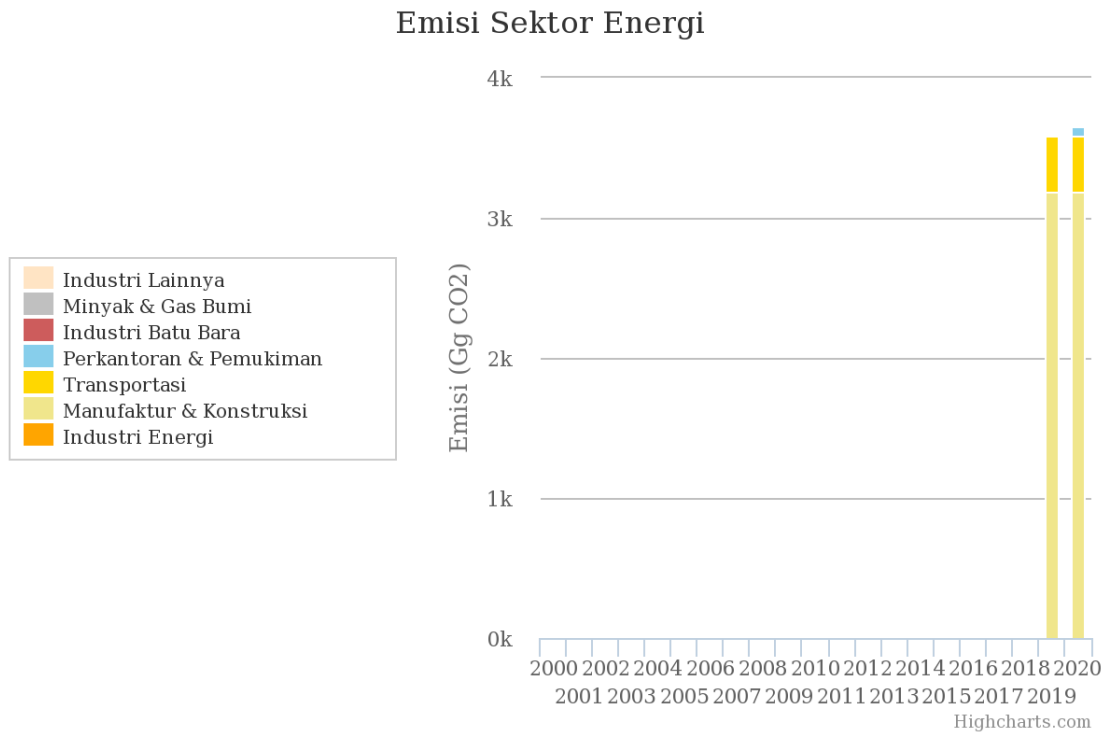
Kategori transportasi dan penyimpanan CO<sub>2</sub> secara umum tidak terdapat di Indonesia sehingga tidak dibahas dalam laporan ini. Kategori emisi fugitif bersumber dari penambangan bahan bakar padat, minyak dan gas bumi serta emisi lainnya dari pengadaan energi. Kegiatan penambangan jenis bahan bakar ini juga tidak ada di wilayah Kabupaten Bantul sehingga tidak dilakukan pendugaan. Kategori pembakaran bahan bakar merupakan kategori yang menghasilkan emisi signifikan dari sektor pengadaan dan penggunaan energi. Penjelasan selengkapnya per masing-masing kategori dapat dilihat pada bagian berikutnya.

Pada kategori pembakaran bahan bakar, terdapat lima sub kategori sumber emisi yang dihitung dalam inventarisasi GRK Kabupaten Bantul tahun 2021 ini yakni bahan bakar transportasi, pembakaran bahan bakar industry manufaktur dan konstruksi, pembakaran bahan bakar di rumah tangga, pembakaran bahan bakar di sector lainnya (pertanian).

Berdasarkan hasil perhitungan pada entry data signsmart didapatkan bahwa sector energi mengalami kenaikan sebesar 1,7 % dibandingkan tahun 2019 dimana pada tahun 2020 emisi CO<sub>2</sub> sebesar 23653,84 Gg CO<sub>2</sub>e, sedangkan pada tahun 2019 hanya mencapai 3.590,71 CO<sub>2</sub>eq /th. Kenaikan emisi tersebut dipengaruhi oleh kegiatan penggunaan bahan bakar untuk rumah tangga yaitu sebesar 66,56 Gg CO<sub>2</sub>eq. data tersebut merupakan data penggunaan gas Elpiji sector rumah tangga dari Dinas Perdagangan Kabupaten Bantul.

Berdasarkan perhitungan sigsmart, Kegiatan penggunaan bahan bakar industri manufaktur dan konstruksi sebagai penyumbang terbesar sector energi yaitu sebesar 3.180,28 Gg CO<sub>2</sub> eq. Dasar perhitungan berasal dari data kebutuhan bahan bakar di sector industry dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul Tahun 2020 antara lain untuk penggunaan bensin, minyak tanah, batubara, LPG, solar dan biomassa. Sedangkan berdasarkan data dari PUP ESDM DIY didapatkan data penggunaan bahan bakar tahun 2020 untuk transportasi mengalami penurunan. Emisi GRK yang disumbangkan menurun dari 410,29 Gg CO<sub>2</sub>eq pada tahun 2019 menjadi 406,87 Gg CO<sub>2</sub>eq di tahun 2020 atau mengalami penurunan sebesar 0,8 %. Selain itu, pada inventarisasi GRK tahun 2021 ini kegiatan pembakaran bahan bakar sector lainnya yaitu pertanian masuk dalam perhitungan sigsmart dengan pendekatan data penggunaan bahan bakar untuk tractor dengan asumsi kebutuhan bahan bakar solar untuk 1 ha lahan sawah dibutuhkan 2,066 liter solar. Sehingga jumlah bahan bakar

yang digunakan untuk operasional tractor didapatkan dari perkalian kebutuhan bahan bakar solar/ha sawah dikalikan dengan luas lahan sawah di Kabupaten Bantul.



**Gambar 4.2 Emisi GRK Kabupaten Bantul Sektor Pengadaan Dan Penggunaan Energi Tahun 2019 – 2020**

Hasil perhitungan sigsmart diatas berbeda jika dibandingkan dengan laporan Kajian Inventarisasi GRK Kabupaten Bantul tahun 2020. Pada kegiatan inventarisasi tahun 2020, perhitungan emisi belum menggunakan aplikasi Signsmart KLHK. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan IPCC 2006. Perbedaan ini muncul selain disebabkan oleh penggunaan software yang berbeda, juga disebabkan pendekatan dan metode perhitungan serta asumsi-asumsi yang digunakan juga berbeda. Selain itu, terdapat beberapa kegiatan yang tidak masuk dalam perhitungan di Kajian Inventarisasi Emisi GRK Tahun 2020 kemarin. Sehingga untuk melihat tren naik dan turunnya tingkat emisi GRK akan dilakukan dengan perbandingan dua versi yaitu versi pertama dibandingkan dengan perhitungan sigsmart dan dibandingkan dengan laporan inventarisasi tahun sebelumnya.

Pada Kajian Inventarisasi GRK tahun 2020, untuk sector energi meliputi kegiatan penggunaan bahan bakar transportasi, rumah tangga dan industry. Berdasarkan data Inventarisasi GRK tahun 2020, emisi CO<sub>2</sub>eq keseluruhan dari penggunaan sektor energi penggunaan bahan bakar untuk bidang transportasi, rumah tangga, dan industri Kabupaten Bantul 2019 sebesar 10.170,9 Gg CO<sub>2</sub>eq /tahun. Perbedaan pada perhitungan inventarisasi tahun 2020 dengan hasil perhitungan sigsmart untuk sector energi kemungkinan disebabkan entry data yang berbeda terkait penggunaan bahan bakar elpiji rumah tangga dan industry yang jumlahnya cukup besar. Kemudian pada kegiatan pembakaran bahan bakar sector lainnya yaitu pertanian tidak diinputkan dalam kajian inventarisasi GRK tahun 2020 kemarin.

Perbedaan lainnya muncul yaitu penggunaan bahan bakar untuk kegiatan industry manufaktur dan konstruksi pada kajian tahun lalu hanya menghitung kebutuhan LPG dan biomassa saja, sedangkan inventarisasi GRK tahun 2021 dengan aplikasi sigsmart data bahan bakar industry selain LPG dan biomassa juga data penggunaan bensin, solar, minyak tanah dan batubara.

Selain itu besarnya penggunaan bahan bakar kegiatan transportasi pada kajian 2020 jumlahnya cukup besar yaitu 9.992,03 Gg CO<sub>2</sub> eq. Penggunaan bahan bakar terbesar yaitu jenis Bio PSO sebesar 343.870 KL disusun Peralite 243.438 KL dan Pertamina 67.388 KL.

**Tabel 4.2 Total Emisi Sektor Pengadaan dan Penggunaan Energi**

| Kategori   | CO <sub>2</sub><br>(Gg) | CH <sub>4</sub><br>(Gg) | N <sub>2</sub> O<br>(Gg) | CO <sub>2</sub> Eq<br>(Gg) |
|--|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1A. Aktivitas Pembakaran Bahan Bakar ( <i>Fuel Combustion Activities</i> )                   |                         |                         |                          |                            |
| 1A1a. Listrik dan Produksi Panas ( <i>Electricity and Heat Production</i> )                  | 0,00                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                       |
| 1A1b. Industri Gas dan Minyak ( <i>Oil and Gas Industries</i> )                              | 0,00                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                       |
| 1A1c. Proses Batubara ( <i>Coal Processing</i> )   | 0,00                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                       |
| 1A2. Industri Manufaktur dan Konstruksi ( <i>Manufacturing Industries and Construction</i> ) | 3.166,8<br>2            | 0,22                    | 0,03                     | 3.180,28                   |
| 1A3. Transportasi ( <i>Transport</i> )   | 397,78                  | 0,15                    | 0,02                     | 406,87                     |
| 1A4a. Komersial / Institusi ( <i>Commercial / Institutional</i> )                            | 0,00                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                       |
| 1A4b. Permukiman ( <i>Residential</i> )  | 66,42                   | 0,01                    | 0,00                     | 66,56                      |
| 1A5. Non-Specified   | 0,14                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,14                       |

|   |          |      |      |          |
|---|----------|------|------|----------|
| 1B. Emisi Fugugitive dari Bahan Bakar ( <i>Fugitive Emissions from Fuels</i> )                |          |      |      |          |
| 1B1. Bahan Bakar Padat ( <i>Solid Fuel</i> )  |          | 0,00 |      | 0,00     |
| 1B2a. Emisi Fugitive : Minyak dan Gas Alam ( <i>Fugitive Emissions: Oil and Natural Gas</i> ) | 0,00     | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| TOTAL   | 3.631,16 | 0,38 | 0,05 | 3.653,85 |

Sumber : Sign-Smart, 2021

#### 4.2.2 Proses Industri

Emisi GRK dari kegiatan proses dan penggunaan produk industri mencakup (i) emisi GRK yang terjadi selama proses/ reaksi kimia industri, (ii) penggunaan gas – gas kategori GRK di dalam produk, dan (iii) penggunaan karbon bahan bakar fosil untuk kegiatan non-energi melainkan untuk kegiatan produksi. Sumber – sumber utama emisi GRK dari sektor ini dikelompokkan dalam tujuh kategori meliputi industri mineral, kimia, logam, industri non energi, serta produksi penggunaan produk lainnya. Di wilayah Bantul, kegiatan sektor industri relatif terbatas, sehingga emisi GRK yang dihasilkan tidak signifikan.

Berdasarkan pengolahan data pada Signsmart, emisi GRK dari kegiatan proses industri dan penggunaan produk pada tahun 2020 sebesar 211,64 Gg CO<sub>2</sub>e yang merupakan emisi dari satu kegiatan yaitu Industri non – energi. Di wilayah Bantul produksi industri non energi sangat terbatas hanya meliputi produksi pelumas dan parafin. Untuk industri kimia, tahun 2020 tidak tersedia datanya.

Data penggunaan pelumas industry mengacu pada Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul Tahun 2018. Sedangkan data jumlah penggunaan lilin diasumsikan dari kebutuhan lilin yang digunakan pada industry batik di Kabupaten Bantul dikalikan dengan kapasitas industry dan jumlah industry batik di kabupaten Bantul.

Untuk masa mendatang, diharapkan data aktifitas dari sektor industri di Kabupaten Bantul tersedia lebih lengkap sehingga dapat menggambarkan emisi GRK yang sebenarnya.

**Tabel 4.3 Total Emisi Sektor Proses Industri**

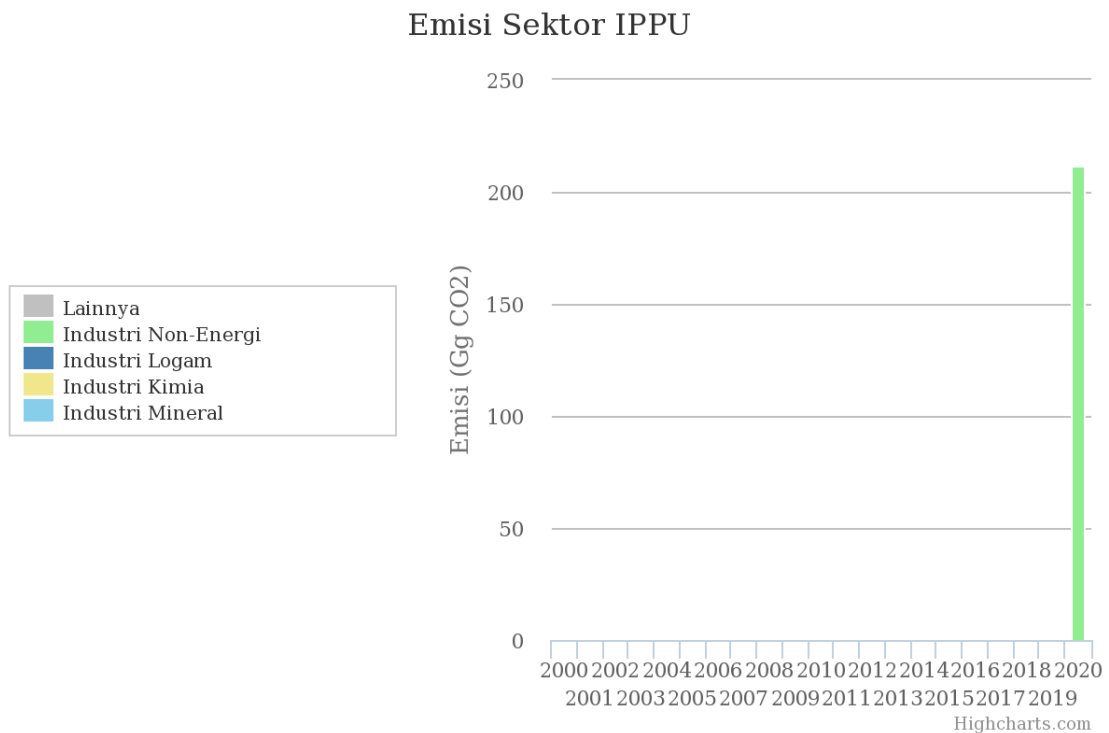
| Kategori  | CO2 (Gg) | CH4 (Gg) | N2O (Gg) | CO2 Eq (Gg) |
|---|----------|----------|----------|-------------|
| 2A.industri Mineral ( <i>Mineral Industry</i> ) |          |          |          |             |
| 2A1. Produksi Semen ( <i>Cement</i> )           | 0,00     |          |          | 0,00        |

|  |        |      |      |        |
|--|--------|------|------|--------|
| <i>Production)</i>   |        |      |      |        |
| 2A2. Produksi Kapur ( <i>Lime Production</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2A3. Produksi Kaca ( <i>Glass Production</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2A4a. Keramik ( <i>Ceramics</i> )  | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2A4b. Penggunaan lain Abu Soda ( <i>Other Uses of Soda Ash</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2A4c. Produksi Magnesian non Metalurgi ( <i>Non-Metallurgical Magnesia Production</i> )                              |        |      |      |        |
| 2A4d. Lainnya ( <i>Other</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2A5. Lainnya ( <i>Other</i> )  |        |      |      |        |
| 2B. Industri Kimia ( <i>Chemical Industry</i> )  |        |      |      |        |
| 2B1. Produksi Ammonia ( <i>Ammonia Production</i> )  | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2B2. Produksi Asam Nitrit ( <i>Nitric Acid Production</i> )  |        |      | 0,00 | 0,00   |
| 2B3. Produksi Asam Adipic ( <i>Adipic Acid Production</i> )  |        |      |      |        |
| 2B4. Produksi Asam Caprolactam, Glyoxal, and Glyoxylic ( <i>aprolactam, Glyoxal, and Glyoxylic Acid Production</i> ) |        |      |      |        |
| 2B5. Produk Karbt ( <i>Carbide Production</i> )  | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2B6. Produksi Titanium dioksida ( <i>Titanium Dioxide Production</i> )   |        |      |      |        |
| 2B7. Produksi Abu Soda ( <i>Soda Ash Production</i> )  |        |      |      |        |
| 2B8a. Methanol   | 0,00   | 0,00 |      | 0,00   |
| 2B8b. Ethylene   | 0,00   | 0,00 |      | 0,00   |
| 2B8c. Ethylene Dichloride and Vinyl Chloride Monomer   | 0,00   | 0,00 |      | 0,00   |
| 2B8d. Ethylene Oxide   |        |      |      |        |
| 2B8e. Acrylonitrile  |        |      |      |        |
| 2B8f. Carbon Black   | 0,00   | 0,00 |      | 0,00   |
| 2C. Industri Logam ( <i>Metal Industry</i> )   |        |      |      |        |
| 2C1. Produksi Besi dan Baja ( <i>Iron and Steel Production</i> )   | 0,00   | 0,00 |      | 0,00   |
| 2C2. Produksi Feraalloys ( <i>Ferroalloys Production</i> )   |        |      |      |        |
| 2C3. Produksi Alumunium ( <i>Aluminium Production</i> )  | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2C4. Produksi Magnesium ( <i>Magnesium Production</i> )  |        |      |      |        |
| 2C5. Produakis Timbal ( <i>Lead Production</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2C6. Produksi Zinc ( <i>Zinc Production</i> )  | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2D. Produk Non Energi dari Bahan Bakar Pelarut ( <i>Non-Energy Products from Fuels and Solvent Use</i> )             |        |      |      |        |
| 2D1. Penggunaan Pelumas ( <i>Lubricant Use</i> )   | 0,65   |      |      | 0,65   |
| 2D2. Penggunaan Parafin dan Lilin ( <i>Paraffin Wax Use</i> )  | 210,99 |      |      | 210,99 |

|  |        |      |      |        |
|--|--------|------|------|--------|
| 2D3. Penggunaan Pelarut ( <i>Solvent Use</i> )                           |        |      |      |        |
| 2H. Lainnya ( <i>Other</i> )   |        |      |      |        |
| 2H1. Industri Bubur kertas & Kertas ( <i>Pulp &amp; Paper Industry</i> ) | 0,00   |      |      | 0,00   |
| 2H2. Industri Makanan dan Minum ( <i>Food and Beverages Industry</i> )   | 0,00   |      |      | 0,00   |
| TOTAL  | 211,64 | 0,00 | 0,00 | 211,64 |

Sumber : Sigsmart, 2021

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, jenis emisi yang dikeluarkan dari proses industry non energi ini adalah gas CO2 sebesar 211,64 Gg CO2. Jenis industry lainnya mengalami kendala dalam perhitungan emisi GRK karena data tidak tersedia. Selain itu, template excel yang tersedia di sigsmart untuk kalkulasi emisi GRK membutuhkan entry data yang sulit untuk didapatkan dan tidak memungkinkan untuk dilakukan perhitungan sehingga dianggap Not Applicable. Grafik 4.3 menampilkan Tren Emisi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2020 untuk sector industry proses melalui perhitungan sigsmart.



**Gambar 4.3 Emisi GRK Kabupaten Bantul Sektor Proses Industri Tahun 2019 – 2020**

Pada Laporan Akhir Kajian Emisi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2020 kemarin, untuk sector industry proses tidak dilakukan perhitungan atau tidak diinputkan datanya dalam perhitungan emisi. Sehingga untuk emisi GRK Kabupaten Bantul sector industry proses hanya muncul untuk emisi tahun 2020 melalui kegiatan Inventarisasi Emisi GRK Kabupaten Bantul tahun 2021.

#### **4.2.3 Pengelolaan Limbah**

Emisi sektor pengelolaan limbah dikelompokkan menjadi 5 (lima) katagori, yaitu: limbah padat, pengelolaan secara biologis, pembakaran, limbah cair domestic dan limbah cair industry. Emisi GRK dari katagori pembuangan akhir sampah ditimbulkan oleh proses dekomposisi material organik secara anaerob. Proses ini menghasilkan CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> dan gas-gas lainnya seperti CO, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O. Gas-gas ini umumnya disebut *landfill gas* (LFG). Emisi untuk katagori pembuangan sampah di TPA dihitung menggunakan metode First Order Decay (FOD) dimana sampah akan menghasilkan emisi CH<sub>4</sub> dalam rentang yang panjang. Disamping itu juga terdapat jeda antara waktu pertama kali sampah dibuang dengan waktu pertama emisi muncul.

Konsekuensi dari metode FOD adalah dibutuhkan pencatatan pembuangan sampah ke TPA sejak pertama kali TPA beroperasi. Berdasarkan IPCC 2006 Guidelines, CO<sub>2</sub> yang diemisikan dari pengolahan limbah secara biologi tidak termasuk dalam inventaris GRK dari penimbunan sampah di TPA karena dikatogorikan biogenik dan dihitung sebagai net emission dari AFOLU. Untuk menghitung emisi GRK dari jumlah fraksi yang pembuangan sampah di TPA dibutuhkan data kegiatan berupa jumlah timbulan sampah, komposisi, fraksi pembuangan, dan faktor emisinya. Jumlah timbulan sampah diestimasikan dari jumlah penduduk dikalikan rerata timbulan sampah per orang per tahun. Jumlah penduduk diperhitungkan sejak TPA mulai Beroperasi.

Data timbulan sampah Kabupaten bantul dan distibusikan pengelolaan sampah domestic diperoleh dari Aplikasi SIPSN KLHK. Sedangkan komposisi dan kandungan

bahan kering sampah domestik Pedoman Penyelenggaraan Inventaris GRK Nasional Buku II Volume 4 tabel 3,5 dan tabel 3.6.

Pada sistem TPA, terdapat beberapa jenis yang masing-masing mempengaruhi timbulan  $\text{CH}_4$  karena terkait dengan kontak udara luar terutama oksigen. Klasifikasi yang dimaksud meliputi TPA yang tak dikelola dan dangkal (<5meter), tak dikelola dan dalam (>5 meter), dikelola semi-aerobik, dan lainnya. Emisi  $\text{CH}_4$  juga dipengaruhi oleh jumlah dan komposisi sampah dimana semakin besar jumlah fraksi yang mudah terdegradasi maka peluang pembentukan  $\text{CH}_4$  semakin besar. Terdapat satu TPA di Kabupaten Bantul yakni TPA Piyungan yang melayani Kabupaten Sleman, Bantul dan Kota Yogyakarta. TPA ini beroperasi sejak 1995. TPA Piyungan dimasukkan dalam katagori terkelola (managed).

Pengelolaan Sampah Secara Biologi terdiri dari dua kegiatan yakni pengomposan dan pengolahan secara anaerobik karbon (DOC) dalam limbah yang membentuk  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Kegiatan kedua adalah Anaerobic Digester limbah organik yang mempercepat dekomposisi alami material organik tanpa oksigen. Proses ini menghasilkan  $\text{CH}_4$  yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Di Kabupaten Bantul, tipe kegiatan yang ada adalah pengomposan yang dilakukan secara domestik maupun komunal. Untuk menghitung emisi yang timbul, data kegiatan yang dibutuhkan adalah telah tersedia dalam aplikasi SIPSN KLHK.

Kategori pembakaran sampah menghasilkan emisi GRK berupa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Katagori ini terdiri dari kegiatan insenerasi dan pembakaran sampah terbuka. Kegiatan insenerasi tidak terdata dengan baik sehingga tidak diperhitungkan. Sedangkan kegiatan pembakaran sampah didapatkan hasil 62% dari kegiatan Distribusi Pengelolaan Sampah Domestik di Kabupaten Bantul. Data ini didapatkan berdasarkan kuesioner yang disebar pada 100 penduduk di Kabupaten Bantul yang tersebar di Kecamatan Banguntapan, Kecamatan Bantul, Kecamatan Imogiri, Kecamatan Dlingo, Kecamatan Sewon, Kecamatan Kasihan, Kecamatan Piyungan, Kecamatan Srandakan, Kecamatan Kretek dan Pajangan. Untuk beberapa kecamatan seperti Sedayu tidak dilakukan observasi dikarenakan lokasi yang jauh. Pengambilan sample dilakukan dengan metode random sampling. Berdasarkan hasil kuesioner didapatkan bahwa sebagian besar penduduk Kabupaten Bantul terutama di wilayah pedesaan masih melakukan pembakaran sampah. Berdasarkan data dari aplikasi SIPSN KLHK untuk kegiatan Pengelolaan Sampah Domestik di Kabupaten Bantul

tahun 2020 terdiri dari 20,51% terangkut ke TPA, 0,06% dibuat kompos, 5,44% di daur ulang, 62% dibakar terbuka, sisanya dibuang ke kali/parit dan ditimbun dalam tanah.

Dalam kegiatan pembuangan akhir sampah padat ini menghasilkan emisi berupa gas methane (CH<sub>4</sub>) sebesar 0,026 Gg atau 5,48 Gg CO<sub>2</sub>eq. Sedangkan untuk kegiatan Pembakaran Sampah melalui Pembakaran Sampah secara Terbuka menghasilkan emisi berupa 0,44 Gg CO<sub>2</sub> dan 0,01 Gg CH<sub>4</sub> atau sebesar 0,63 Gg CO<sub>2</sub>eq.

Kategori pengolahan dan pembuangan limbah cair terdiri dari dua sub katagori yakni pengolahan dan pembuangan limbah domestik dan industri. Emisi dari pengolahan limbah cair domestik timbul dari tangka septik, IPAL terpusat, cubluk, dan sungai. Data konsumsi protein penduduk /kapita/tahun sebesar 20,17 kg. Data ini digunakan untuk menghitung besarnya Total nitrogen di dalam effluent air limbah (NEFFLUENT).

**Tabel 4.4 Total Emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari pengolahan limbah cair domestic Kabupaten Bantul Tahun 2020**

| Tahun        | A  | B   | C   | D   | E  | F  |
|--------------|--|---|---|---|--|--|
|              | Nitrogen di effluen (NEFFLUENT) (kg N / thn) | Faktor emisi (kg N <sub>2</sub> O-N / kg N) | Faktor konversi dari kg N <sub>2</sub> O-N ke kg N <sub>2</sub> O 44 / 28 | Emisi dari IPAL (default = nol) (kg N <sub>2</sub> O-N / thn) | Total emisi N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O-N / thn) | Total emisi N <sub>2</sub> O (Gg N <sub>2</sub> O-N / thn) |
|              |  |   |   |   | $E = A \times B \times C - D$                              |  |
|              | 4.236.412,40                                 | 0,01  | 1,5714  | 0,00  | 33.285,49  | 0,03   |
| <b>Total</b> |  |   |   |   |  | <b>0,03</b>  |

Sumber : Sigsmart, 2021

**Tabel 4.5 Produksi Masing-Masing Sektor Industri**

| TAHUN | Minyak Sayur (kecuali CPO) (Ton Produksi) | Daging Unggas (Ton Produksi) | Bahan Kimia Organik (Ton Produksi) | Produksi Pati (Ton Produksi) | Karet (Ton Produksi) |
|-------|---|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 2020  | 12.629                                    | 4.312                        | 10.500                             | 45                           | 0                    |
| 2019  | 12.441                                    | 4.005                        | 0                                  | 0                            | 16                   |

Sumber : Sigsmart, 2021

**Tabel 4.6 Total Bahan Organik Terdegradable dalam air limbah tiap industri**

| Sektor Industri                   | Total industry produk (t product / thn) | Air limbah yang dihasilkan (Wi) m <sup>3</sup> / t product | Chemical Oxygen Demand (CODi) (kg COD / m <sup>3</sup> ) | Total Bahan Material Organik Terdegradasi dalam air limbah masing-masing sektor (TOWi) (kg COD / thn) |
|-----------------------------------|---|--|--|---|
| Alcohol                           | 0,00                                    | 24,00  | 11,00  | 0,00  |
| Malt Bir                          | 0,00                                    | 7,60   | 2,90   | 0,00  |
| Bahan Kimia                       | 10.500,00                               | 67,00  | 3,00   | 2.110.500,00  |
| Kopi                              | 0,00                                    | 30,00  | 9,00   | 0,00  |
| CPO                               | 0,00                                    | 3,00   | 50,00  | 0,00  |
| Produk Susu                       | 0,00                                    | 5,00   | 2,70   | 0,00  |
| Pengolahan ikan                   | 12.629,05                               | 10,00  | 2,50   | 315.726,25  |
| Daging dan Unggas                 | 4.312,49                                | 13,00  | 4,10   | 229.855,72  |
| Petroleum                         | 0,00                                    | 0,60   | 1,00   | 0,00  |
| Resin Plastik                     | 0,00                                    | 0,60   | 3,70   | 0,00  |
| Bubur Kertas                      | 0,00                                    | 50,00  | 5,00   | 0,00  |
| Sabun Detergen                    | 0,00                                    | 3,00   | 1,20   | 0,00  |
| Pati                              | 45,00                                   | 30,00  | 10,00  | 13.500,00   |
| Gula                              | 0,00                                    | 9,00   | 3,20   | 0,00  |
| Gula Kaleng                       | 0,00                                    | 5,50   | 3,00   | 0,00  |
| Minyak Sayur                      | 10,50                                   | 25,00  | 1,20   | 315,00  |
| Cuka anggur                       | 0,00                                    | 23,00  | 1,50   | 0,00  |
| Tekstil                           | 0,00                                    | 78.840,00  | 1,00   | 0,00  |
| Karet                             | 0,00                                    | 40,00  | 6,00   | 0,00  |
| Minyak goreng sawit dan margarine | 0,00                                    | 3,00   | 1,20   | 0,00  |
| Oleochemical berbasis sawit       | 0,00                                    | 3,00   | 1,20   | 0,00  |
| Vegetables fruit and juice        | 0,00                                    | 20,00  | 5,00   | 0,00  |
| Produksi biodiesel                | 0,00                                    | 3,00   | 1,20   | 0,00  |
| <b>Total</b>                      |   |  |  | <b>2.669.896,97</b>   |

Sumber : Sigsmart, 2021

Untuk perhitungan emisi dari limbah cair industry, perhitungan dilakukan pada kegiatan industry dilakukan pendekatan perhitungan emisi dengan menggunakan perkiraan atau asumsi berat limbah yang dihasilkan untuk industry pengolahan ikan,

daging dan unggas, dan industry bahan kimia. Emisi yang dihasilkan dari kegiatan ini adalah berupa gas metana (CH4) sebesar 0,53 Gg CH4/tahun atau sebesar 11,18 Gg CO2eq.

**Tabel 4.7 Total Emisi CH4 Pengolahan Limbah Cair Industri**

| Sektor Industri Units | "Type pembuangan limbah" | "Total Bahan Organik Terdegradable dalam air limbah masing-masing sektor" (TOWi) (kg COD / thn) | "banyaknya lumpur yang dihilangkan pada masing-masing sektor" (Si) (kg COD / thn) | Faktor emisi masing-masing sistem pengolahan (EFi) (kg CH4 / kg BOD) | Pengembalian CH4(Ri) (kg CH4 / thn) | Emisi CH4 (kg CH4 / thn) | Emisi CH4 (Gg CH4 / thn) |
|-----------------------|--------------------------|---|---|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Alkohol               |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Bir                   |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Kopi                  |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| DAIRY                 |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Pengolahan Ikan       |                          | 315.726,25  | 0,00  | 0,20   | 0,00                                | 63.145,2500              | 0,0631                   |
| Daging Unggas         |                          | 229.855,72  | 0,00  | 0,20   | 0,00                                | 45.971,1434              | 0,0460                   |
| Bahan Kimia           |                          | 2.110.500,00  | 0,00  | 0,20   | 0,00                                | 422.100,0000             | 0,4221                   |
| Petroleum             |                          | 0,00  | 0,00  | 0,20   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Resin Plastik         |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Bubuk Kertas          |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |
| Sabun Detergent       |                          | 0,00  | 0,00  | 0,08   | 0,00                                | 0,0000                   | 0,0000                   |

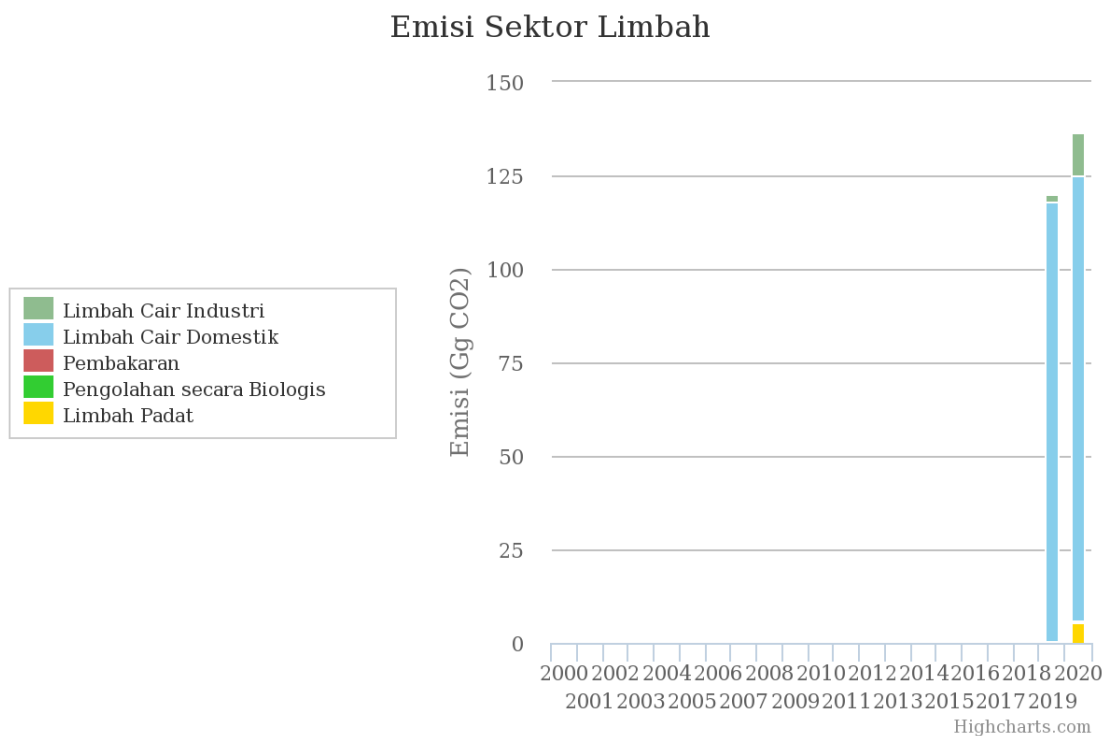
|                                   |  |           |      |      |      |            |               |
|-----------------------------------|--|-----------|------|------|------|------------|---------------|
| Pati                              |  | 13.500,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 1.012,5000 | 0,0010        |
| Gula                              |  | 0,00      | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Minyak sayur                      |  | 315,00    | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 63,0000    | 0,0001        |
| Cuka Anggur                       |  | 0,00      | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| CPO                               |  | 0,00      | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Gula                              |  | 0,00      | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Tekstil                           |  | 0,00      | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Karet                             |  | 0,00      | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Minyak Goreng Sawit Dan Margarine |  | 0,00      | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Oleochemical Berbasis Sawit       |  | 0,00      | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| Buah, sayur dan sari              |  | 0,00      | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| PRODUKSI BIODIESEL                |  | 0,00      | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,0000     | 0,0000        |
| <b>Total</b>                      |  |           |      |      |      |            | <b>0,5323</b> |

Sumber : Signsmart, 2021

**Tabel 4.8 Emisi Total Sektor Pengelolaan Limbah**

| Kategori   | CO2 (Gg)    | CH4 (Gg)    | N2O (Gg)    | CO2 Eq (Gg)   |
|--|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 4A. Pembuangan Akhir Sampah Padat  |             | 0,26        |             | 5,48          |
| 4B. Pengolahan Limbah Padat secara Biologi                                     |             | 0,00        |             | 0,00          |
| 4C. Pembakaran Sampah melalui Insinerator dan Pembakaran Sampah secara Terbuka | 0,44        | 0,01        | 0,00        | 0,63          |
| 4D. Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah                                       |             |             |             |               |
| 4D1. Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Rumah Tangga                         |             | 5,18        | 0,03        | 119,09        |
| 4D2. Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Industri                             |             | 0,53        |             | 11,18         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>0,44</b> | <b>5,98</b> | <b>0,03</b> | <b>136,38</b> |

Sumber : SignSmart, 2021



**Gambar 4.3 Tren emisi GRK Sektor Pengelolaan Limbah Kab.Bantul Tahun 2019 – 2020**

Hasil perhitungan Signsmart menunjukkan bahwa emisi GRK tahun 2020 dari sector pengelolaan limbah sebesar 136,38 Gg CO<sub>2e</sub>. Jumlah ini meningkat 16,31 Gg CO<sub>2e</sub> dari perhitungan tahun 2019 (Signsmart). Besaran kontribusi dari tiap kategori yaitu: limbah padat sebesar 5,48 Gg CO<sub>2e</sub> (4,01%), pengolahan dan pembuangan air limbah rumah tangga sebesar 119,09 Gg CO<sub>2e</sub> (87,3%), dan pengolahan dan pembuangan limbah cair industri sebesar 11,18 Gg CO<sub>2e</sub> (8,19%), pembakaran 0,63 Gg CO<sub>2e</sub> (0,4%). Sedangkan berdasarkan hasil kajian Inventarisasi GRK tahun 2020 untuk sector limbah mengemisikan sebesar 54,41 CO<sub>2e</sub> Gg/th pada tahun 2019. Sehingga bila dibandingkan dengan hasil perhitungan sigsmart untuk emisi GRK Kabupaten Bantul tahun 2020 sektor limbah mengalami peningkatan sebesar 1,5%.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi sector pengelolaan limbah di Kabupaten Bantul dipengaruhi oleh jumlah penduduk dimana terjadi peningkatan jumlah penduduk pada tahun 2020 bila dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan terutama limbah cair domestik.

#### 4.2.4 Pertanian

##### A. Pertanian

Emisi GRK dari sektor pertanian berasal dari beberapa kegiatan, meliputi : (1) peternakan, (2) pembakaran biomassa, (3) pemakaian kapur, (4) pemakaian urea, (5) N<sub>2</sub>O langsung dan tak langsung dari pengolahan tanah, dan (6) CH<sub>4</sub> dari budidaya padi sawah. Emisi GRK dari kategori peternakan timbul dari dua hal yaitu (i) emisi etana yang berasal dari fermentasi enterik ternak, dan (ii) emisi metana dan dinitro oksida yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak. Untuk menghitung emisi dari sektor pertanian perlu disiapkan data aktivitas seperti jumlah ternak, luas tanam, luas panen, jenis tanah, dan jumlah penggunaan pupuk. Data aktivitas tersebut bisa diakses dari berbagai sumber khususnya dari instansi yang menangani pertanian.

Berdasarkan hasil perhitungan Signsmart, Emisi GRK dari sektor pertanian peringkat empat besar disumbang oleh kategori *rice cultivation* sebesar 73,76 Gg CO<sub>2</sub>e (40,78%), disusul oleh kategori emisi N<sub>2</sub>O langsung dari pengolahan tanah sebesar 45,57 Gg CO<sub>2</sub>e (25,19%), emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari pengolahan tanah sebesar 16,08 Gg Co<sub>2</sub>eq (8,89%) dan penggunaan pupuk urea sebesar 11,05 Gg CO<sub>2</sub>e (15,28%).

Budidaya padi dapat menimbulkan emisi akibat penggunaan biomasa (jerami) yang dibenamkan, kompos, dan kotoran ternak. Emisi gas CH<sub>4</sub> timbul dari materi organik yang terurai secara anaerobik karena genangan selama masa tanam. Data kegiatan yang dibutuhkan untuk menghitung emisi meliputi luas sawah berdasarkan jenis irigasi, masa tanam, banyaknya tanam dalam setahun, dan penggunaan material organik tambahan.

Hasil penghitungan emisi CH<sub>4</sub> dari budidaya pertanian menunjukkan emisi pada tahun 2020 sebesar 3,5 Gg CH<sub>4</sub>/tahun atau setara dengan 73,76 Gg CO<sub>2</sub>eq dengan kontribusi utama dari aktivitas pengelolaan sawah irigasi. Hasil perhitungan inventarisasi tahun 2020 lalu menunjukkan bahwa budidaya padi sawah menghasilkan emisi metan sebesar 1,73 Gg CH<sub>4</sub>/tahun. Dimana sawah dengan rejim air irigasi terus menerus menyumbang emisi terbesar. Jika dibandingkan hasil emisi kedua data tersebut, mengalami kenaikan sebesar 1,77 Gg CH<sub>4</sub>.

Emisi N<sub>2</sub>O langsung dapat timbul dari penambahan N-tersedia dalam tanah dimana dapat meningkatkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang memproduksi N<sub>2</sub>O. Peningkatan N-tersedia dapat terjadi melalui penambahan pupuk yang mengandung N atau perubahan penggunaan lahan dan atau praktek-praktek pengelolaan yang menyebabkan mineralisasi N organik tanah. Penambahan unsur N ini diperhitungkan dari aplikasi pupuk Urea dan organik (pupuk kandang, kompos dan pupuk hijau). Jumlah pupuk urea merupakan data konsumsi pupuk bersubsidi yang dibagi sesuai dengan proporsi luasan lahan.

Besarnya jumlah emisi N<sub>2</sub>O langsung dari pemakaian pupuk di Kabupaten Bantul pada tahun 2020 yaitu sebesar 0,15 Gg N<sub>2</sub>O atau 45,57 Gg Co<sub>2</sub>eq. Sedangkan pada tahun 2019 (inventarisasi tahun 2020) nilai emisi dari kegiatan ini adalah sebesar 0,83 Gg N<sub>2</sub>O/th atau 257,3 Gg CO<sub>2</sub>eq. Sehingga terjadi penurunan jumlah emisi tahun 2020 sebesar 82% dibandingkan tahun 2019.

Sama dengan gas N<sub>2</sub>O langsung, gas N<sub>2</sub>O tidak langsung bersumber dari kegiatan pengolahan tanah yakni penambahan unsur N atau pemupukan N. N<sub>2</sub>O tidak langsung diemisikan melalui (i) volatilisasi NH<sub>3</sub> dan NO<sub>x</sub> dari tanah yang dikelola dan dari pembakaran bahan bakar fosil serta biomassa, yang kemudian gas-gas ini beserta produknya NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> diendapkan kembali ke tanah dan air; dan (ii) pencucian dan *run off* dari N terutama sebagai NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari tanah yang dikelola. Besarnya emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari pengelolaan padi sawah berdasarkan hasil perhitungan sebesar 0,05 Gg N<sub>2</sub>O atau 16,08 Gg Co<sub>2</sub> eq atau sebesar 8,89%. Sedangkan pada tahun 2019 (inventarisasi tahun 2020) nilai emisi dari kegiatan ini adalah sebesar 0,013 Gg N<sub>2</sub>O/th atau 4,03 Gg CO<sub>2</sub>eq. Sehingga terjadi kenaikan jumlah emisi tahun 2020 sebesar 12,05 Gg CO<sub>2</sub>eq dibandingkan tahun 2019.

Kegiatan penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO<sub>2</sub> yang diikat selama proses pembuatan pupuk. 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. Reaksi aplikasi urea pada tanah terjadi seperti pada penambahan kapur. Bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Pemakaian pupuk urea di Kabupaten Bantul utamanya

digunakan untuk budidaya padi dan hortikultura. Data pemakaian pupuk urea dilakukan dengan pendekatan dosis anjuran dan perkiraan pemakaian yaitu 500 kg/Ha untuk Urea.

**Tabel 4.9 Perhitungan Emisi CO2 dari penggunaan pupuk**

| Subkategori laporan tahunan | Jumlah Pupuk Urea  | Faktor emisi         | Annual Jumlah Emisi CO2 dari penggunaan pupuk urea |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|--|
|                             | (ton urea tahun-1) | [ton C (ton urea)-1] | (ton C tahun-1)                                    |
|                             |                    | default is 0.20      | Emisi CO2 =(M * EF) * 44 / 12                      |
|                             | M                  | EF                   | Emisi CO2  |
| Pemotongan Lahan            | 15                 | 0,20                 | 11.054,4000  |
| Minyak Sawit                | 0                  | 0,20                 | 0,0000   |
| <b>Total</b>                |                    |                      | <b>11.054,4131</b>                                 |

*Sumber : Signsart, 2021*

Emisi yang dihasilkan dari kategori pemakaian urea mencapai 11.05 Gg CO2e pada tahun 2020 dan berfluktuasi sesuai dengan penggunaan pupuk pada tiap periode. Emisi terbesar dari penggunaan urea dihasilkan pada tahun 2020 karena penggunaan pupuk urea yang mencapai lebih dari 10 ribu ton. Besarnya aplikasi urea dipengaruhi oleh penurunan kualitas lahan pertanian dan musim. Apabila musim hujan berlangsung lama maka indeks penanaman lebih tinggi sehingga pemakaian urea meningkat. Apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan pada kajian tahun 2020, besarnya emisi CO2 dari kegiatan pemakaian pupuk urea tahun 2019 adalah sebesar 1,8 Gg CO2eq/tahun. Jumlahnya mengalami peningkatan sebesar 83% di tahun 2020.

## **B. Peternakan**

Kegiatan peternakan merupakan salah satu penyumbang GRK yang signifikan. Emisi GRK kegiatan peternakan bersumber dari (i) fermentasi enterik ternak, dan (ii) pengelolaan kotoran ternak.

Kategori fermentasi enterik menghasilkan emisi CH<sub>4</sub> sedangkan kategori pengelolaan kotoran ternak menghasilkan CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O.

Kegiatan fermentasi enterik pada hewan memamah biak (*ruminansia*) menyebabkan timbulnya gas metana (CH<sub>4</sub>). Dalam proses ini karbohidrat dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganismenya untuk diserap ke dalam aliran darah. Masing-masing jenis ternak ruminansia berbeda tingkatannya dalam menghasilkan metana. Sebagai contoh, ternak seperti sapi, domba, kerbau dan kambing menghasilkan metana lebih tinggi dari pada ternak babi dan kuda. Untuk melakukan pendugaan emisi metana dari fermentasi enterik, dibutuhkan data kegiatan berupa jumlah populasi ternak, khususnya ternak besar. Jumlah populasi ternak dan perhitungan emisi dari fermentasi enteric di Kabupaten Bantul pada tahun 2020 dijelaskan pada tabel berikut.

**Tabel 4.10 Perhitungan emisi CH<sub>4</sub> dari Kegiatan Fermentasi Enterik**

| Kategori spesies/Ternak | Jumlah Ternak | Faktor emisi fermentasi Enterik | Emisi CH <sub>4</sub> dari fermentasi enterik   |
|-------------------------|---------------|---------------------------------|---|
|                         | (kepala)      | (kg ternak-(1) tahun-(1))       | (Gg CH <sub>4</sub> tahun-(1))                  |
|                         |               |                                 | CH(4) Enteric = N(T) * EF(T) * 10 <sup>-6</sup> |
| Penyapihan Sapi Potong  | 13            | 18,18                           | 0,0002  |
| Sapi Potong Yearling    | 16            | 27,18                           | 0,0004  |
| Sapi Potong Muda        | 10            | 41,77                           | 0,0004  |
| Sapi Potong Dewasa      | 16            | 55,90                           | 0,0009  |
| Sapi Potong diimport    | 8             | 25,49                           | 0,0002  |
| Penyapihan sapi perah   | 14            | 16,55                           | 0,0002  |
| Sapi Perah Yearling     | 12            | 35,06                           | 0,0004  |
| Sapi Perah Muda         | 15            | 51,96                           | 0,0008  |
| Sapi Perah Dewasa       | 27            | 77,14                           | 0,0021  |
| Penyapihan Kerbau       | 39            | 20,55                           | 0,0008  |
| Kerbau Yearling         | 47            | 41,11                           | 0,0019  |
| Kerbau Muda             | 30            | 61,66                           | 0,0018  |
| Kerbau Dewasa           | 103           | 82,21                           | 0,0085  |
| Penyapihan Domba        | 18.208        | 1,31                            | 0,0238  |
| Domba Yearling          | 19.868        | 4,33                            | 0,0860  |
| Domba Dewasa            | 36.364        | 5,25                            | 0,1909  |
| Penyapihan Kambing      | 24.669        | 2,30                            | 0,0566  |
| Kambing Yearling        | 25.070        | 2,65                            | 0,0664  |
| Kambing dewasa          | 45.729        | 3,27                            | 0,1496  |
| Penyapihan Babi         | 1.659         | 0,43                            | 0,0007  |
| Perdagangan Babi        | 1.682         | 1,03                            | 0,0017  |
| Peternakan Babi         | 1.796         | 1,28                            | 0,0023  |

|                 |           |       |               |
|-----------------|-----------|-------|---------------|
| Penyapihan Kuda | 174       | 25,99 | 0,0045        |
| Kuda Yearling   | 209       | 53,27 | 0,0111        |
| Kuda Dewasa     | 540       | 74,85 | 0,0404        |
| Ayam Broiler    | 1.128.489 | 0,00  | 0,0000        |
| Lampisan        | 746.137   | 0,00  | 0,0000        |
| Ayam Kampung    | 966.371   | 0,00  | 0,0000        |
| Bebek           | 201.805   | 0,00  | 0,0000        |
| <b>Total</b>    |           |       | <b>0,6528</b> |

Sumber : Signsart, 2021

Kegiatan pengelolaan kotoran ternak menghasilkan emisi GRK berupa CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O baik langsung maupun tidak langsung. N<sub>2</sub>O langsung merupakan emisi dari penguapan dalam bentuk N<sub>2</sub>O, sedangkan N<sub>2</sub>O tidak langsung bersumber dari penguapan dalam bentuk NH<sub>3</sub>. Jumlah emisi N<sub>2</sub>O ditentukan oleh jumlah kotoran ternak, kandunga nitrogen, dan karbonnya. Pendugaan dilakukan dengan mempertimbangkan dengan sistem pengolahan ditumpuk kering untuk hewan ternak dan untuk unggas sistem pengolahan diperhitungkan dengan sistem tanpa penadah. Kegiatan pengelolaan ternak di Kabupaten Bantul sebagian telah dilakukan dengan biogas namun mengingat masih terbatasnya prasarana biogas maka pengolahan ini belum diperhitungkan. Pemanfaatan biogas dari kotoran ternak ini dapat mengurangi emisi yang dihasilkan dari ternak utamanya sapi.

**Tabel 4.11 Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> pada Pengelolaan Kotoran Ternak**

| Kategori Spesies       | Jumlah Ternak | Faktor emisi dari pengelolaan kotoran ternak | Emisi CH <sub>4</sub> dari pengelolaan kotoran ternak |
|------------------------|---------------|--|---|
|                        | (kepala)      | (kg kepala-(1) tahun-(1))                    | (Gg CH <sub>4</sub> tahun-(1))                        |
|                        |               |  | CH(4) Kotoran ternak = N(T) * EF(T) * 10-(6)          |
| Penyapihan Sapi Potong | 13            | 0,78   | 0,0000  |
| Sapi Potong Yearling   | 16            | 1,62   | 0,0000  |
| Sapi Potong Muda       | 10            | 3,47   | 0,0000  |
| Sapi Potong Dewasa     | 16            | 3,64   | 0,0001  |
| Sapi Potong diimport   | 8             | 7,97   | 0,0001  |
| Penyapihan sapi perah  | 14            | 0,52   | 0,0000  |
| Sapi Perah Yearling    | 12            | 2,52   | 0,0000  |
| Sapi Perah Muda        | 15            | 5,53   | 0,0001  |
| Sapi Perah Dewasa      | 27            | 12,18  | 0,0003  |
| Penyapihan Kerbau      | 39            | 0,75   | 0,0000  |
| Kerbau Yearling        | 47            | 3,99   | 0,0002  |

|                    |           |       |               |
|--------------------|-----------|-------|---------------|
| Kerbau Muda        | 30        | 8,97  | 0,0003        |
| Kerbau Dewasa      | 103       | 15,95 | 0,0016        |
| Penyapihan Domba   | 18.208    | 0,01  | 0,0002        |
| Domba Yearling     | 19.868    | 0,05  | 0,0010        |
| Domba Dewasa       | 36.364    | 0,08  | 0,0029        |
| Penyapihan Kambing | 24.669    | 0,03  | 0,0007        |
| Kambing Yearling   | 25.070    | 0,02  | 0,0005        |
| Kambing dewasa     | 45.729    | 0,03  | 0,0014        |
| Penyapihan Babi    | 1.659     | 0,00  | 0,0000        |
| Perdagangan Babi   | 1.682     | 0,01  | 0,0000        |
| Peternakan Babi    | 1.796     | 0,01  | 0,0000        |
| Penyapihan Kuda    | 174       | 0,60  | 0,0001        |
| Kuda Yearling      | 209       | 2,51  | 0,0005        |
| Kuda Dewasa        | 540       | 4,95  | 0,0027        |
| Ayam Broiler       | 1.128.489 | 0,00  | 0,0044        |
| Lampiran           | 746.137   | 0,00  | 0,0032        |
| Ayam Kampung       | 966.371   | 0,00  | 0,0030        |
| Bebek              | 201.805   | 0,00  | 0,0007        |
| <b>Total</b>       |           |       | <b>0,0241</b> |

*Sumber : Sigmart, 2021*

Berdasarkan hasil perhitungan sigmart, emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan limbah ternak pada periode 2017-2020 cenderung mengalami fluktuasi dan menurun di tahun 2020 mencapai 0,02 Gg CH<sub>4</sub> atau 0,51 Gg CO<sub>2</sub>e (9% penurunan). Pada tahun 2019 masih dihasilkan emisi sebesar 0,03 Gg CH<sub>4</sub> atau sebesar 0,56 Gg CO<sub>2</sub>e. Penurunan emisi GRK dari kegiatan pengolahan kotoran ternak ini dikarenakan penurunan produktivitas ternak terutama sapi potong dan sapi perah. Sedangkan hasil perhitungan Kajian Inventarisasi Emisi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2020, jumlah emisi CH<sub>4</sub> dari kegiatan pengolahan kotoran ternak mencapai Total emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak adalah 0,2 Gg CH<sub>4</sub>/th. Perbedaan ini disebabkan oleh penggunaan factor koreksi (EF) pada inventarisasi tahun sebelumnya masih mengacu pada IPCC. Sedangkan untuk sigmart banyaknya factor koreksi sudah disesuaikan dengan kondisi negara masing-masing.

Sedangkan perhitungan emisi N<sub>2</sub>O berdasarkan hasil perhitungan sigmart menggunakan data jumlah populasi ternak dihasilkan pada tahun 2019 mencapai 0,05 Gg N<sub>2</sub>O/thn atau 16,8 Gg CO<sub>2</sub>eq dan mengalami penurunan dalam jumlah yang tidak terlalu berubah signifikan pada tahun 2020 sebesar 16,33 Gg CO<sub>2</sub>e. (2020) didapatkan hasil perhitungan emisi N<sub>2</sub>O langsung dari kegiatan pengolahan kotoran

ternak tahun 2019 adalah sebesar 0,004 Gg N<sub>2</sub>O<sub>D</sub>/th. Emisi N<sub>2</sub>O langsung dari pengelolaan kotoran ternak di Kabupaten Bantul tahun 2020 selengkapnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.12 Perhitungan Emisi N<sub>2</sub>O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak**

| Kategori spesies                  | Jumlah Ternak | Default N Excretion Rate             | Faktor emisi dari emisi N <sub>2</sub> O-N langsung dari MMS | Jumlah emisi N <sub>2</sub> O langsung dari pengelolaan kotoran ternak |
|-----------------------------------|---------------|--------------------------------------|--|--|
|                                   | (kepala)      | [kg N (1000 kg ternak)-(1) hari-(1)] | [kg N(2)O-N (kg N in MMS)-(1)]                               | kg N(2)O tahun-(1)   |
|                                   |               |                                      |  | N(2)O(mm) = NEMMS * EF(3)(S) * 44/28                                   |
| T                                 | N(T)          | Nrate(T)                             | EF3(S)   | N2OD(mm)   |
| Penyapihan sapi potong Pastura    | 13            | 0,34                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Penyapihan Sapi Potong Dry Lot    | 13            | 0,34                                 | 0,01   | 1,6059   |
| Sapi Potong Yearling Pastura      | 16            | 0,34                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Potong Muda Yearling Dry Lot | 16            | 0,34                                 | 0,01   | 4,2054   |
| Sapi Potong Muda Pastura          | 10            | 0,34                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Potong Muda Dry Lot          | 10            | 0,34                                 | 0,01   | 5,4711   |
| Sapi Potong Dewasa Pastura        | 16            | 0,34                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Potong Dewasa Dry Lot        | 16            | 0,34                                 | 0,01   | 12,8236  |
| Sapi Potong diimport Pastura      | 8             | 0,34                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Potong Diimport Dry Lot      | 8             | 0,34                                 | 0,01   | 7,5350   |
| Penyapihan Sapi Perah             | 14            | 0,47                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Perah Yearling               | 12            | 0,47                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Perah Muda                   | 15            | 0,47                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Sapi Perah Dewasa                 | 27            | 0,47                                 | 0,00   | 0,0000   |
| Penyapihan Kerbau                 | 39            | 0,32                                 | 0,01   | 10,1811  |
| Kerbau Yearling                   | 47            | 0,32                                 | 0,01   | 24,6143  |
| Kerbau Muda                       | 30            | 0,32                                 | 0,01   | 23,7328  |
| Kerbau Dewasa                     | 103           | 0,32                                 | 0,01   | 108,8750   |
| Penyapihan Domba                  | 18.208        | 1,17                                 | 0,02   | 1.955,0700   |
| Domba Yearling                    | 19.868        | 1,17                                 | 0,02   | 5.333,2800   |
| Domba Dewasa                      | 36.364        | 1,17                                 | 0,02   | 12.201,7000  |
| Penyapihan Kambing                | 24.669        | 1,37                                 | 0,02   | 3.101,5100   |
| Kambing Yearling                  | 25.070        | 1,37                                 | 0,02   | 7.879,8200   |

|                  |                    |      |      |             |
|------------------|--------------------|------|------|-------------|
| Kambing Dewasa   | 45.729             | 1,37 | 0,02 | 17.966,6000 |
| Penyapihan Babi  | 1.659              | 0,50 | 0,00 | 0,0000      |
| Perdagangan Babi | 1.682              | 0,50 | 0,00 | 0,0000      |
| Peternakan babi  | 1.796              | 0,50 | 0,00 | 0,0000      |
| Penyapihan Kuda  | 174                | 0,46 | 0,02 | 183,1280    |
| Kuda Yearling    | 209                | 0,46 | 0,02 | 385,1830    |
| Kuda Dewasa      | 540                | 0,46 | 0,02 | 1.424,5500  |
| Ayam Broiler     | 1.128.489          | 1,10 | 0,00 | 854,3950    |
| Lampisan         | 746.137            | 0,82 | 0,00 | 631,6730    |
| Ayam Kampung     | 966.371            | 0,82 | 0,00 | 409,0610    |
| Bebek            | 201.805            | 0,83 | 0,00 | 144,1080    |
|                  | <b>52.669,1520</b> |      |      |             |

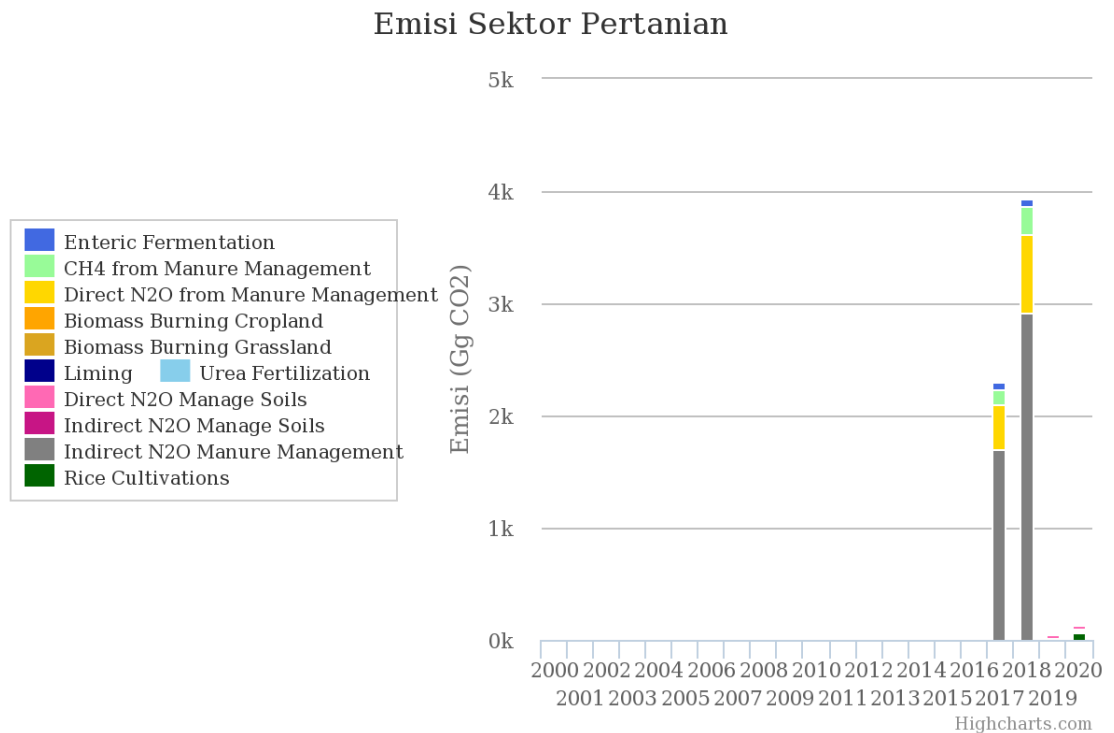
Tabel 4.13 berikut ini menunjukkan hasil perhitungan total emisi GRK Kabupaten Bantul sector Pertanian.

**Tabel 4.13 Emisi Total Sektor Pengelolaan Pertanian**

| Kategori   | CO2 (Gg) | CH4 (Gg) | N2O (Gg) | CO2 Eq (Gg) |
|--|----------|----------|----------|-------------|
| 3A. Ternak ( <i>Livestock</i> )  |          |          |          |             |
| 3A1. Fermentasi Enterik ( <i>Enteric Fermentation</i> )  |          | 0,65     |          | 13,71       |
| 3A2. Pengelolaan Pupuk Kandang ( <i>Manure Management</i> )  |          |          |          |             |
| 3A2 (CH4) dari Pgelolaan Pupuk Kandang ( (CH4) <i>From Manure Management</i> )   |          | 0,02     |          | 0,51        |
| 3AN2O 2.b Direct N2O From Manure Management  |          |          | 0,05     | 16,33       |
| 3C. Sumber Agregat dan Emisi yang berasal dari Darat ( <i>Aggregate Sources and Non-CO2 Emissions Source on Land</i> ) |          |          |          |             |
| 3C1. Pembakaran Biomassa ( <i>Biomass Burning</i> )  |          |          |          |             |
| 3C1a. Pembakaran Biomassa Lahan Pertanian ( <i>Biomass Burning Cropland</i> )  |          | 0,00     | 0,00     | 0,00        |
| 3C1b. Pembakaran Biomassa Rumput ( <i>Biomass Burning Grassland</i> )  |          | 0,00     | 0,00     | 0,00        |
| 3C2. Pengapuran ( <i>Liming</i> )  | 0,00     |          |          | 0,00        |
| 3C3. Pemupukan Urea ( <i>Urea Fertilization</i> )  | 11,05    |          |          | 11,05       |
| 3C4. Emisi N2O langsung dari tanah yang dikelola ( <i>Direct N2O Emissions from Managed Soils</i> )                    |          |          | 0,15     | 45,57       |
| 3C5. Emisi N2O tidak langsung dari tanah yang dikelola ( <i>Indirect N2O Emissions from Managed Soils</i> )            |          |          | 0,05     | 16,08       |
| 3C6. Emisi N2O tidak langsung dari tanah yang dikelola ( <i>Indirect N2O Emissions from Manure Management</i> )        |          |          | 0,01     | 3,84        |
| 3C7. Budidaya Padi ( <i>Rice Cultivations</i> )  |          | 3,51     |          | 73,76       |

|                               |       |      |      |        |
|-------------------------------|-------|------|------|--------|
| 3C8. Lainnya ( <i>Other</i> ) |       |      |      |        |
| 3D. Lainnya ( <i>Other</i> )  |       |      |      |        |
| TOTAL                         | 11,05 | 4,19 | 0,26 | 180,85 |

Sumber : Sign-Smart, 2021



**Gambar 4.5 Tren emisi GRK Sektor Pertanian Kab.Bantul Tahun 2017 – 2020**

#### 4.2.5 Kehutanan Dan Penggunaan Lahan Lainnya

Perhitungan emisi GRK pada bidang kehutanan meliputi seluruh wilayah yang berbasis lahan, baik di dalam kawasan hutan maupun diluar kawasan hutan. Untuk menentukan tingkat emisi saat ini digunakan data tutupan lahan yang dihasilkan dari hasil penafsiran citra satelit yang diperoleh dari BPHK Wilayah XI Yogyakarta.

Perubahan tutupan lahan masing – masing tipe lahan sangat mempengaruhi besarnya emisi dan serapan karbon. Perubahan simpanan karbon tahunan di beberapa tampungan dapat diperkirakan menggunakan pendekatan berbasis proses

yang merupakan Metode Gain – Loss yang dapat diterapkan ke semua karbon baik gain ataupun loss. Gain dapat dikaitkan dengan pertumbuhan (kenaikan biomassa) dan transfer karbon dari tampungan lain ( misalnya, transfer karbon dari tampungan karbon biomassa hidup ke bahan organik mati karena panen atau gangguan alam). Gain selalu ditandai dengan tanda (+) positif. Loss dapat dikaitkan dengan transfer karbon dari satu tampungan ke yang lain (misalnya, karbon dalam potongan/tebangan selama operasi pemanenan adalah kehilangan dari tampungan biomassa diatas permukaan tanah), atau emisi karena pembusukan, panen, pembakaran, dan lain – lain. Loss selalu ditandai dengan tanda negatif (-). Perhitungan emisi sektor kehutanan menggunakan aplikasi Signsmart versi 2.1 melalui pendekatan metode gain loss.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan Signsmart versi 2.1 data yang digunakan masih sama dengan data tahun 2018, sehingga serapan emisi GRK yang timbul pada tahun 2020 dari perubahan lahan mencapai 0,06 Gg CO<sub>2</sub>e. Serapan GRK berasal dari tutupan lahan yang menyumbang serapan terbesar sebesar -0,69 Gg CO<sub>2</sub>e. Sedangkan emisi GRK sektor kehutanan disumbang oleh perubahan forest remaining forest sebesar 0,26 Gg CO<sub>2</sub>eq. Penurunan emisi menunjukkan jumlah tutupan lahan masih terjaga sehingga secara tidak langsung berpengaruh pada bertambahnya serapan karbon dan turunnya emisi. Bertambahnya tutupan lahan lebih banyak dipengaruhi pada sektor hutan rakyat yang menjadi peluang bisnis bagi masyarakat dengan mengembangkan penanaman pohon jenis cepat tumbuh. Sementara kontribusi emisi GRK berasal dari pembangunan pemukiman dan pertanian. Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan total emisi GRK Kabupaten Bantul tahun 2021 dari sector Kehutanan.

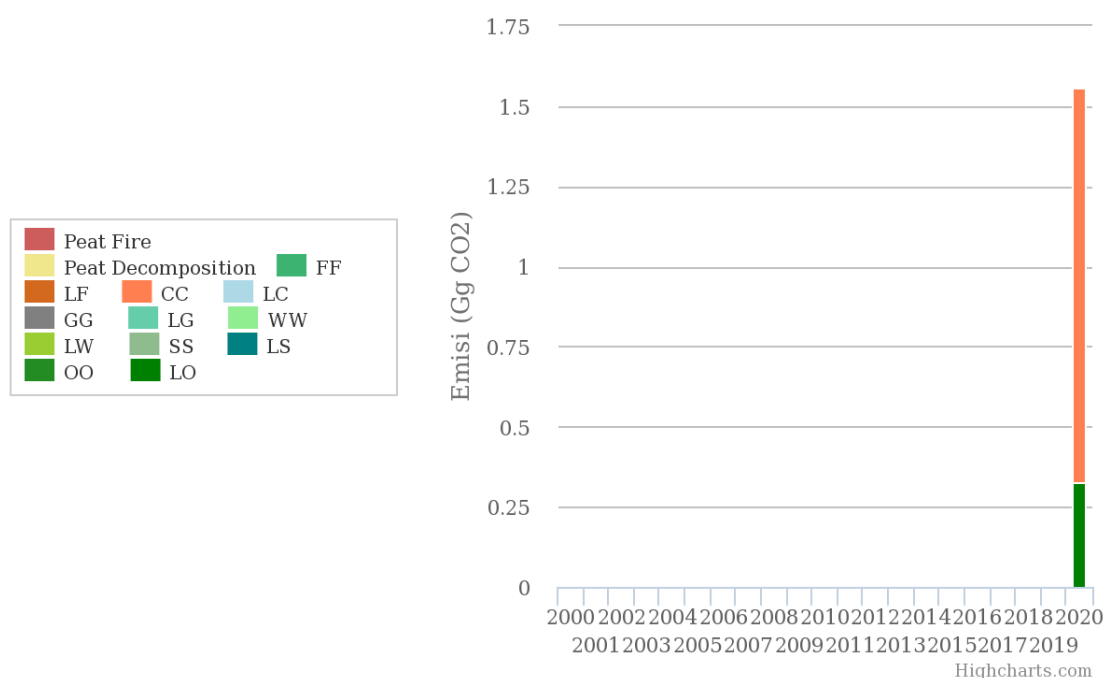
**Tabel 4.14 Emisi Total Sektor Kehutanan Dan Penggunaan Lahan Lainnya**

| Kategori   | CO <sub>2</sub> (Gg) | CH <sub>4</sub> (Gg) | N <sub>2</sub> O (Gg) | CO <sub>2</sub> Eq (Gg) |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 3B. Hutan dan Penggunaan Lahan Lainnya ( <i>Forest and Other Land Use</i> )        |                      |                      |                       |                         |
| 3B1a. Hutan Sisa Hutan ( <i>Forest Remaining Forest</i> )                          | 0,26                 |                      |                       | 0,26                    |
| 3B1b. Non- Hutan ke Hutan ( <i>Non-Forest to Forest</i> )                          | 0,00                 |                      |                       | 0,00                    |
| 3B2a. Lahan Pertanian Sisa Lahan Pertanian ( <i>Cropland Remaining Cropland</i> )  | -0,69                |                      |                       | -0,69                   |
| 3B2b. Non - Lahan Pertanian ke Lahan Pertanian ( <i>Non-Cropland to Cropland</i> ) | 0,00                 |                      |                       | 0,00                    |

|  |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|
| 3B3a. Padang Rumput sisa Padang Rumput<br>( <i>Grassland Remaining Grassland</i> )                         | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B3b. Non- Padang Rumput sisa Padang Rumput<br>( <i>Non-Grassland to Grassland</i> )                       | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B4a. Lahan Basah Sisa Lahan Basah ( <i>Wetland Remaining Wetland</i> )                                    | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B4b. Non- Lahan Basah Sisa Lahan Basah( <i>Non-Wetland to Wetland</i> )                                   | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B5a. Permukiman Sisa Permukiman ( <i>Settlement Remaining Settlement</i> )                                | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B5b. Non Permukiman ke Permukiman ( <i>Non-Settlement to Settlement</i> )                                 | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B6a. Lahan lainnya sisa Lahan Lainnya ( <i>Otherland Remaining Otherland</i> )                            | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3B6b. Non -Lahan lainnya sisa Lahan Lainnya ( <i>Non-Otherland to Otherland</i> )                          | 0,49 |      |      | 0,49 |
| Lainnya : Dekomposisi Lahan Gambut ( <i>Other: Peat Decomposition</i> )                                    | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lainnya: Api Gambut ( <i>Other: Peat Fire</i> )  | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah- Pembahasan CO2 ( <i>Wetland-wetting CO2</i> )   | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah-Biomassa Perennial Kayu ( <i>Wetland - Woody Perennial Biomass</i> )                           | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah- Sisa Kayu ( <i>Wetland - Wood Removals</i> )  | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah-Bahan Bakar Kayu Removal ( <i>Wetland - Fuelwood Removals</i> )                                | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah - Disturbance ( <i>Wetland - Disturbance</i> )   | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah - Aktivitas AGB, Extraction Activities ( <i>Wetland - AGB, Extraction Activities AGB</i> )     | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah- DOM, Aktivitas Ekstrasi ( <i>Wetland - DOM, Extraction Activities</i> )                       | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah- SOC, Aktivitas Ekstrasi ( <i>Wetland - SOC, Extraction Activities</i> )                       | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah- Pembasahan, revegetasi, dan Kreasi ( <i>Wetland - Rewetting, Revegetation, and Creation</i> ) | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lahan Basah - Drainasi dari Lahan Basah Pesisir ( <i>Wetland - Drainage from Coastal Wetlands</i> )        | 0,00 |      |      | 0,00 |
| 3C1. Pembakaran Biomassa (Biomass Burning)   |      |      |      |      |
| 3C1a. Bpembakaran Biomasa di Lahan Hutan ( <i>Biomass Burning in Forest Land</i> )                         |      | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3C1b. Pembakaran Biomassa di Lahan Pertanian ( <i>Biomass Burning in Crop Land</i> )                       |      | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3C1c. Pembakaran Biomassa di padang Rumput ( <i>Biomass Burning in Grass Land</i> )                        |      | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lainnya : Dekomposisi Gambut ( <i>Other: Peat Decomposition</i> )  | 0,00 |      |      | 0,00 |
| Lainnya: Api Gambut ( <i>Other: Peat Fire</i> )  | 0,00 |      |      | 0,00 |
| TOTAL  | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,06 |

Sumber : Signsmart, 2021

### Emisi Sektor Kehutanan Stock-Difference



**Gambar 4.6 Emisi GRK Sektor Kehutanan Kabupaten Bantul Tahun 2020**

### 4.3 TOTAL EMISI GRK KABUPATEN BANTUL TAHUN 2020

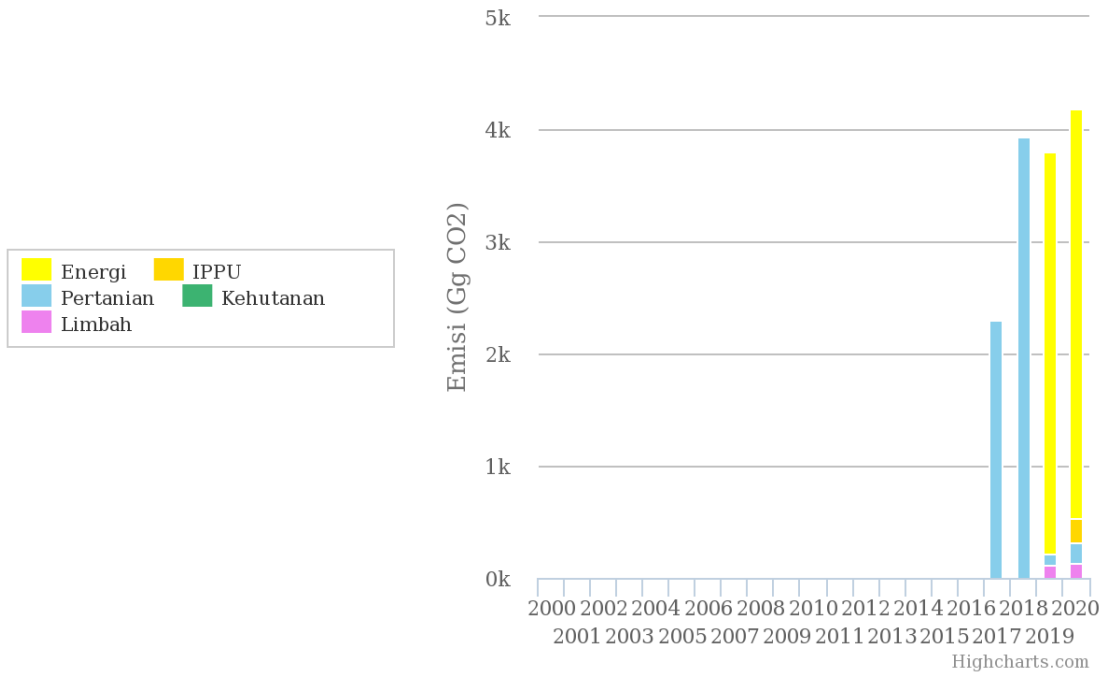
Kegiatan yang terjadi di Kabupaten Bantul 2020 menghasilkan totalan emisi yang dapat dilihat tren dari keseluruhan kegiatan mulai dari tahun 2017. Berikut tabel yang menunjukkan tingkat emisi pada Kab. Bantul pada tabel 4.10 di bawah ini :

**Tabel 4.15 Total Perhitungan Emisi GRK Kabupaten Bantul 2017-2020**

| No | Item         | 2017            | 2018            | 2019            | 2020            |
|----|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | Energi       | 0,00            | 0,00            | 3.590,71        | 3.653,85        |
| 2  | IPPU         | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 211,64          |
| 3  | Pertanian    | 2.297,40        | 3.925,55        | 92,30           | 180,85          |
| 4  | Kehutanan    | 0,00            | 0,00            | 0,61            | 0,06            |
| 5  | Limbah       | 0,00            | 0,00            | 120,07          | 136,38          |
|    | <b>Total</b> | <b>2.297,40</b> | <b>3.925,55</b> | <b>3.803,69</b> | <b>4.182,78</b> |

Sumber : SignSmart, 2021

## Emisi Sektor ENERGI, IPPU, PERTANIAN, KEHUTANAN, & LIMBAH



**Gambar 4.7 Total Emisi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2017-2020**

Berdasarkan grafik totalan emisi dari semua kegiatan di Bantul diketahui bahwa pada Inventarisasi Emisi GRK Kabupaten Bantul tahun 2021 jika dibandingkan dengan hasil Kajian Tahun 2020 terjadi penurunan emisi Gas Rumah Kaca. Berdasarkan hasil perhitungan sigsmart, kontribusi terbesar emisi GRK tahun 2020 adalah sector energi yaitu sebesar 3.653,85 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 87,3%, disusul sector IPPU sebesar 211,64 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 5,05%, sector pertanian sebesar 180,85 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 4,3%, sector limbah sebesar 136,38 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 3,2% dan terakhir sector kehutanan sebesar 0,000014%. Terjadi penurunan emisi GRK dari sector energi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Terjadinya penurunan penggunaan bahan bakar pada kegiatan transportasi menjadi penyebab menurunnya tingkat emisi sector energi. Hal ini diperkirakan terjadi dikarenakan adanya pembatasan mobilisasi masyarakat terutama di masa awal Pandemic. Sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar untuk kegiatan transportasi mengalami penurunan. Sedangkan penggunaan LPG untuk bahan bakar Rumah Tangga dan Industri diperkirakan tidak mengalami perubahan signifikan.

# BAB V

## **ANALISIS KETIDAKPASTIAN DAN KATEGORI KUNCI**

### **5.1 PRINSIP DASAR**

Prinsip Dasar Untuk menghasilkan inventarisasi Gas Rumah Kaca yang berkualitas dan siap untuk diverifikasi, terdapat lima prinsip dasar yang harus dipenuhi ialah prinsip transparansi (*Transparency*), akurasi (*Accuracy*), konsistensi (*Consistency*), komparabel atau dapat diperbandingkan (*Comparability*), dan kelengkapan (*Completeness*) atau sering disingkat dengan TACCC. Untuk dapat memenuhi prinsip-prinsip ini, maka dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK hal yang harus dilaksanakan ialah:

#### **Transparansi (*Transparency*)**

Semua dokumen dan sumber data yang digunakan dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK harus disimpan dan didokumentasikan dengan baik sehingga orang lain yang tidak terlibat dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK dapat memahami bagaimana hasil inventarisasi tersebut disusun. Dalam hal ini metodologi, sumber data, faktor emisi, asumsi yang digunakan untuk menduga data aktivitas tertentu dari data lain yang tersedia dan referensi yang digunakan dalam penyusunan inventarisasi GRK harus dicatat sehingga bisa disampaikan secara transparan.

#### **Akurasi (*Accuracy*)**

Untuk estimasi emisi atau serapan GRK harus diupayakan sedapat mungkin tidak menghasilkan dugaan emisi yang terlalu tinggi (*over estimate*) atau terlalu rendah (*under estimate*). Jadi segala upaya untuk mengurangi bias perlu dilakukan sehingga hasil inventarisasi GRK yang dihasilkan benar merefleksikan emisi yang

sebenarnya dan tingkat kesalahannya kecil. Segala upaya yang dilakukan untuk meningkatkan ketepatan dugaan emisi dan serapan GRK juga harus dicatat dan didokumentasikan dengan baik untuk memenuhi prinsip transparansi.

### **Kelengkapan ( *Completeness* )**

Semua dugaan emisi dan serapan untuk semua jenis GRK dilaporkan dengan lengkap dan apabila ada yang tidak diduga harus dijelaskan alasannya. Demikian juga kalau ada sumber emisi atau rosot yang tidak dihitung atau dikeluarkan dari inventarisasi GRK maka harus diberikan justifikasinya kenapa sumber atau rosot

## **5.2 ANALISIS KETIDAKPASTIAN**

Ketidakpastiaan merupakan penilaian terhadap peluang terjadinya kesalahan dalam pendugaan dan perhitungan emisi dan serapan. Terjadinya ketidakpastian disebabkan karena selama proses inventarisasi banyak digunakan data kegiatan, model, dan faktor emisi yang diasumsikan seragam meskipun sebenarnya tidak. Hal ini karena untuk mempermudah dan mempercepat proses pendugaan dan perhitungan.

Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty Analysis*) Analisis ketidakpastian merupakan analisis untuk menilai sebesar apa kesalahan hasil dugaan emisi/serapan (tingkat uncertainty). Di dalam penyelenggaraan inventarisasi seringkali kita tidak bisa menghindari penggunaan asumsi karena diperlukan dalam membangkit data atau membuat data yang tidak tersedia dari jenis data lain yang tersedia, menentukan batas wilayah yang dapat diwakili oleh data yang digunakan dalam inventarisasi GRK (misalnya satu nilai faktor emisi dianggap dapat mewakili seluruh wilayah dan seluruh kurun waktu inventarisasi), pemilihan metode dan lain-lain. Jadi munculnya uncertainty dimulai dari:

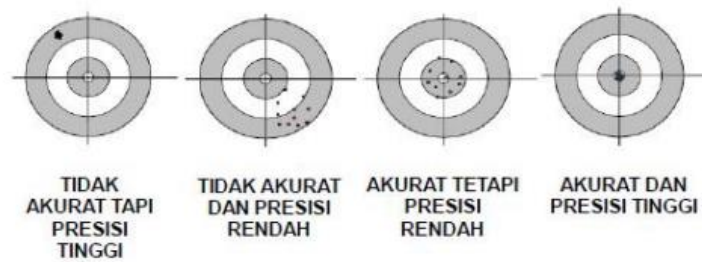
- (i) konseptualisasi asumsi,
- (ii) pemilihan model dan
- (iii) input data serta asumsi-asumsinya.

Asumsi-asumsi dan metode yang dipilih akan menentukan banyak dan jenis kebutuhan data dan informasi yang diperlukan. Bisa juga ada interaksi antara asumsi, data dan metode yang dipilih. Misalnya suatu kategori emisi bisa dipecah

menjadi beberapa sub-kategori, sehingga diperlukan metodologi yang lebih rinci. Namun karena keterbatasan data, hal tersebut tidak bisa dilakukan sehingga diasumsikan bahwa pendugaan emisinya diwakili oleh satu kategori saja dan bisa diduga dengan menggunakan metode yang lebih sederhana. Ada beberapa istilah lain yang digunakan untuk menyatakan tingkat ketidakpastian (*uncertainty*) dari suatu hasil pengukuran atau perhitungan. Istilah lain tersebut ialah akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*) dan keragaman (*variability*). Istilah-istilah tersebut sering saling tertukar walaupun secara statistik terdapat perbedaan yang sangat jelas antara istilah-istilah tersebut.

Definisi dari keempat istilah tersebut sebagai berikut:

- a. Ketidakpastian (*Uncertainty*) :
- b. Kurangnya pengetahuan tentang nilai sebenarnya (*true value*) dari suatu peubah yang bisa dideskripsikan dalam bentuk sebaran kepekatan peluang atau probability density function (PDF), yaitu mencirikan besar selang kemungkinan nilai dari peubah tersebut. Jadi *uncertainty* tergantung pada tingkat pengetahuan dari analisis dan tentu akhirnya akan berujung pada kualitas dan besaran dari nilai serta pengetahuan terkait dari proses dan metode dalam pengukuran dan pengumpulan data.
- c. Akurasi (*Accuracy*): Kesesuaian antara nilai sebenarnya dengan rata-rata hasil observasi yang diperoleh dari pengukuran berulang (*repeated measurement*) dari suatu peubah.
- d. Presisi (*Precision*): Kesesuaian antara rata-rata nilai dari beberapa hasil pengukuran berulang. Presisi yang baik akan memiliki kesalahan acak yang kecil dan tidak terkait dengan *accuracy*.
- e. Keragaman (*Variability*): Keberagaman dari suatu peubah menurut waktu dan ruang atau anggota dari suatu populasi. Keragaman akan meningkat misalnya karena berubahnya rancangan dari suatu sumber emisi ke sumber emisi lainnya, atau kondisi operasi alat dari waktu ke waktu dari satu alat emisi yang sama. Keragaman terkait dari sifat dari sistem atau alam bukan akibat analisis



**Gambar 5.1.** Ilustrasi Akurasi dan Presisi (IPCC, 2008)

Secara umum, sumber penyebab atau penyumbang terhadap besarnya tingkat *uncertainty* yang perlu dicermati oleh penyusun inventarisasi GRK ialah:

- a. Ketidaklengkapan data pada banyak kasus, banyak data aktivitas yang diperlukan untuk inventarisasi GRK tidak tersedia karena memang tidak tersedia atau teknik pengukurannya belum tersedia.,
- b. Model pendugaan emisi bisa sangat sederhana yaitu perkalian antara dua konstanta (data aktivitas dan faktor emisi) dan bisa juga sangat kompleks tergantung tingkat kompleksitas proses terjadinya emisi/serapan. Penggunaan model untuk menduga emisi/serapan dapat menghasilkan bias atau kesalahan karena (i) model merupakan penyederhanaan dari suatu sistem yang kompleks sehingga ada kesalahan; (ii) interpolasi yaitu model digunakan dengan menggunakan input data yang melebihi selang toleransi dari model; (iii) ekstrapolasi yaitu penggunaan model pada lingkungan atau kondisi di luar batas dimana model tersebut dapat memberikan hasil dugaan yang baik; (iv) formulasi model tidak tepat; dan (v) input model termasuk data aktivitas dan faktor emisi merupakan data prakiraan
- c. Model pendugaan emisi bisa sangat sederhana yaitu perkalian antara dua konstanta (data aktivitas dan faktor emisi) dan bisa juga sangat kompleks tergantung tingkat kompleksitas proses terjadinya emisi/serapan. Penggunaan model untuk menduga emisi/serapan dapat menghasilkan bias atau kesalahan karena model merupakan penyederhanaan dari suatu sistem yang kompleks sehingga ada kesalahan; interpolasi yaitu model digunakan dengan menggunakan input data yang melebihi selang toleransi dari model; ekstrapolasi yaitu penggunaan model pada lingkungan atau kondisi di luar batas dimana model tersebut dapat memberikan hasil dugaan yang baik;

formulasi model tidak tepat; dan input model termasuk data aktivitas dan faktor emisi merupakan data prakiraan.

- d. Ketidakterediaan data Pada banyak kondisi seringkali data yang tidak tersedia diduga dengan pendekatan analog atau interpolasi atau ekstrapolasi yang semuanya ini mengandung kesalahan.
- e. Ketidakketerwakilan data Sumber ketidakpastian ini berhubungan dengan ketidaksinkronan antara data yang digunakan dengan kondisi yang diperlukan untuk menghitung emisi/serapan. Misalnya faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi dari suatu sumber sesuai untuk wilayah yang kondisi iklimnya basah, akan tetapi faktor emisi tersebut digunakan pada wilayah dengan kondisi iklim kering.
- f. Kesalahan Acak Contoh Sumber ketidakpastian ini terjadi karena data atau faktor emisi yang digunakan berasal dari pengambilan contoh yang sangat sedikit. Misalnya untuk laju emisi dari satu jenis kendaraan bermotor sangat berbeda tergantung umur kendaraan tersebut. Karena keterbatasan dana, maka faktor emisi dari kendaraan bermotor tersebut diduga berdasarkan pengukuran dari sejumlah contoh yang sangat terbatas sehingga faktor emisi yang diperoleh memiliki keragaman yang besar. Untuk mengatasi masalah ini biasanya dilakukan dengan meningkatkan jumlah contoh.
- g. Kesalahan Pengukuran Sumber ketidakpastian ini terjadi karena adanya kesalahan dalam pengukuran yang dilakukan atau karena resolusi alat terlalu kasar untuk bisa mengukur secara tepat.
- h. Kesalahan pelaporan atau klasifikasi Ketidakpastian ini bisa disebabkan karena ketidaklengkapan, ketidak jelasan atau kekeliruan dalam mendefinisikan kategori emisi tertentu.
- i. Kehilangan data. Ketidakpastian yang dihasilkan karena terjadinya kehilangan data. Untuk mengurangi tingkat *uncertainty*, beberapa hal yang bisa dilakukan ialah:
  - (i) Memperbaiki konsep atau asumsi yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor penyumbang keragaman data. Misalnya faktor serapan hutan sekunder dipengaruhi oleh jenis tanah, dan tinggi hujan tahunan. Maka nilai faktor serapan dari hutan sekunder dibedakan menurut jenis tanah dan tinggi hujan, tidak lagi diasumsikan sama untuk semua jenis tanah dan musim.

- (ii) Memperbaiki struktur dan parameter model perhitungan emisi/serapan GRK.
- (iii) Meningkatkan keterwakilan (*Improving representativeness*) data misalnya dengan melakukan stratifikasi wilayah dan menggunakan faktor emisi yang sesuai dengan stratifikasi yang ditetapkan. d. Menggunakan metode pengukuran yang lebih teliti yaitu dengan menggunakan metode yang lebih teliti dan menghindari penggunaan asumsi yang terlalu disederhanakan, dan memastikan teknologi pengukuran yang digunakan tepat dan alat pengukur sudah dikalibrasi. Mengumpulkan lebih banyak data hasil pengukuran. Ketidakpastian berkaitan dengan kesalahan dalam pengambilan contoh, sehingga masalah ini dapat diatasi dengan meningkatkan ukuran contoh.
- (iv) Menghindari risiko bias yang sudah diketahui dengan cara memastikan bahwa alat yang digunakan pada posisi yang benar dan sudah dikalibrasi.
- (v) Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman terhadap kategori dan pemahaman terhadap kategori dan proses yang menghasilkan emisi dan serapan sehingga memudahkan dalam menemukan kesalahan dan mengoreksinya. Untuk mengkuantifikasikan besarnya tingkat uncertainty dari nilai dugaan emisi dan serapan, dapat dilakukan melalui dua pendekatan (IPCC, 2008). Pertama ialah dengan perbanyakan kesalahan (*propagation of error*) dan kedua dengan SimulasiMonte Carlo (Monte Carlo Simulation). Dalam pendekatan pertama, besar ketidakpastian (*uncertainty*) emisi/ serapan dari berbagai sumber tahun tertentu dikombinasikan melalui pendekatan perkalian atau melalui perkalian dan penjumlahan. Analisis Konsistensi (*Consistency Analysis*), Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty Analysis*) Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, analisis konsistensi sangat diperlukan untuk keperluan analisis tren perubahan emisi dari waktu ke waktu. Naik turunnya emisi dari waktu ke waktu memang benar disebabkan oleh perubahan aktivitas yang dilakukan, bukan karena adanya perubahan metodologi ataupun kesalahan dari data yang digunakan dalam perhitungan emisi. Penghitungan ulang untuk semua tahun inventarisasi perlu dilakukan apabila diketahui ada ketidakkonsistenan dalam metodologi ataupun seri

data yang digunakan. Hal ini untuk menjamin bahwa inventarisasi GRK yang dihasilkan konsisten, dapat diperbandingkan antar tahun, transparan, akurat dan dapat meyakinkan pihak lain bahwa inventarisasi yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

Penghitungan ulang inventarisasi GRK perlu dilakukan apabila:

- (i) data yang tersedia sudah berubah,
- (ii) metode yang digunakan sebelumnya tidak konsisten dengan metode IPCC untuk kategori tertentu,
- (iii) suatu kategori yang sebelumnya bukan kategori kunci berubah menjadi kategori kunci,
- (iv) metode sebelumnya tidak cukup untuk merefleksikan kegiatan mitigasi secara transparan,
- (v) metode inventarisasi GRK yang baru sudah tersedia, dan
- (vi) ada perbaikan kesalahan. Disamping itu untuk menjamin konsistensi data, apabila ada masalah ketidaktersediaan data pada tahun tertentu, penyusun inventarisasi GRK perlu mengisi data yang tidak tersedia tersebut.

Beberapa teknik yang umum digunakan untuk melengkapi seri data ialah dengan metode

- (i) overlap,
- (ii) data surrogate,
- (iii) interpolasi, dan
- (iv) ekstrapolasi tren.

Teknik overlap ialah teknik yang sering digunakan apabila suatu metode baru diperkenalkan tetapi data yang tersedia untuk menggunakan teknik baru tersebut hanya untuk sebagian tahun inventarisasi saja, tidak untuk semua tahun.

Metode surrogate ialah metode untuk membangkit data dengan cara menduga data tersebut dari data lain yang memiliki hubungan dengan data tersebut, misalnya jumlah limbah padat yang diproduksi berhubungan dengan populasi, semakin besar populasi semakin banyak limbah yang diproduksi.

Metode interpolasi ialah metode mengisi data diantara dua seri data dan metode ekstrapolasi tren ialah metode untuk menduga data diluar seri data yang ada (bisa mundur untuk mendapatkan emisi tahun dasar atau maju untuk mendapatkan emisi terkini). Apabila tidak ada satupun dari metode baku ini dapat digunakan dalam mengisi data hilang, maka dapat dikembangkan teknik-teknik lain yang sesuai.

Metode Overlap Rumus yang digunakan untuk mengisi data hilang dengan metode overlap ialah sebagai berikut:

$$y_0 = x_0 \left( \frac{1}{(n - m + 1)} x \sum_{i=m}^n \frac{y_i}{x_i} \right)$$

### **Gambar 5.2. Rumus Metode Rumus**

Dimana  $y_0$  = nilai emisi/serapan dugaan yang dihitung dengan metode overlap,  $x_0$  = nilai emisi/serapan dugaan yang diduga dengan metode sebelumnya, dan  $y_i$  dan  $x_i$  adalah nilai dugaan yang diperoleh dari metode baru dan metode sebelumnya selama periode waktu yang overlap yaitu dari tahun ke-m sampai ke-n (Gambar 5.2).

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 terapat 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 ketersediaan data seperti data konsumsi energy pada sector transportasi dan Limbah Industri
- b. Ketidakpastian dalam pengukuran, berhubungan dengan ketifaksempurnaan alat pengukuran dan pengambilan data/sampling seperti NCV, kandungan karbon, dan densitas bahan bakar, limbah industri
- 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.

Untuk analisis ketidakpastian pada laporan Inventaris GRK di Kabupaten Bantul Tahun 2021 ini belum dapat diperhitungkan, dikarenakan dalam aplikasi Signsmart yang dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum memunculkan menu analisis ketidakpastian tersebut.

### **5.3 ANALISIS KATEGORI KUNCI**

Kategori kunci (*Key Category/KC*) merupakan sumber/rosot yang menjadi prioritas dalam sistem inventarisasi GRK karena besar emisi/serapan memiliki pengaruh besar terhadap total inventarisasi baik dari nilai mutlak, tren dan tingkat ketidakpastiannya. Analisis kategori kunci ini diperlukan untuk:

- a. Membantu mengidentifikasi sumber/ rosot yang perlu mendapat prioritas dalam pelaksanaan program perbaikan kualitas data aktifitas maupun faktor emisi. Upaya perbaikan difokuskan pada sumber/rosot yang sudah diidentifikasi sebagai kategori kunci
- b. Membantu untuk mengidentifikasi sumber/rosot yang dalam perhitungan emisi/serapan perlu menggunakan metode dengan tingkat ketelitian (tier) yang lebih tinggi
- c. Membantu mengidentifikasi sumber/ rosot mana yang perlu mendapatkan perhatian utama terkait dengan upaya pembuatan sistem penjamin dan pengendalian mutu data (QA/QC). Ada dua pendekatan untuk melakukan analisis kategori kunci. Kedua pendekatan mengidentifikasi kategori kunci berdasarkan kontribusinya terhadap tingkat emisi/ serapan nasional absolut dan tren dari emisi/ serapan.

Analisa Katagori Kunci (KC) merupakan analisa untuk menentukan sumber/resot yang menjadi prioritas dalam katagori dilakukan berdasarkan pertimbangan

- a. besar emisi/serapan memiliki pengaruh besar terhadap total inventarisasi,
- b. tren atau kecenderungan penigkatan emisi serta teknologi mitigasi yang ada dan
- c. tingkat ketidakpastian kategori.

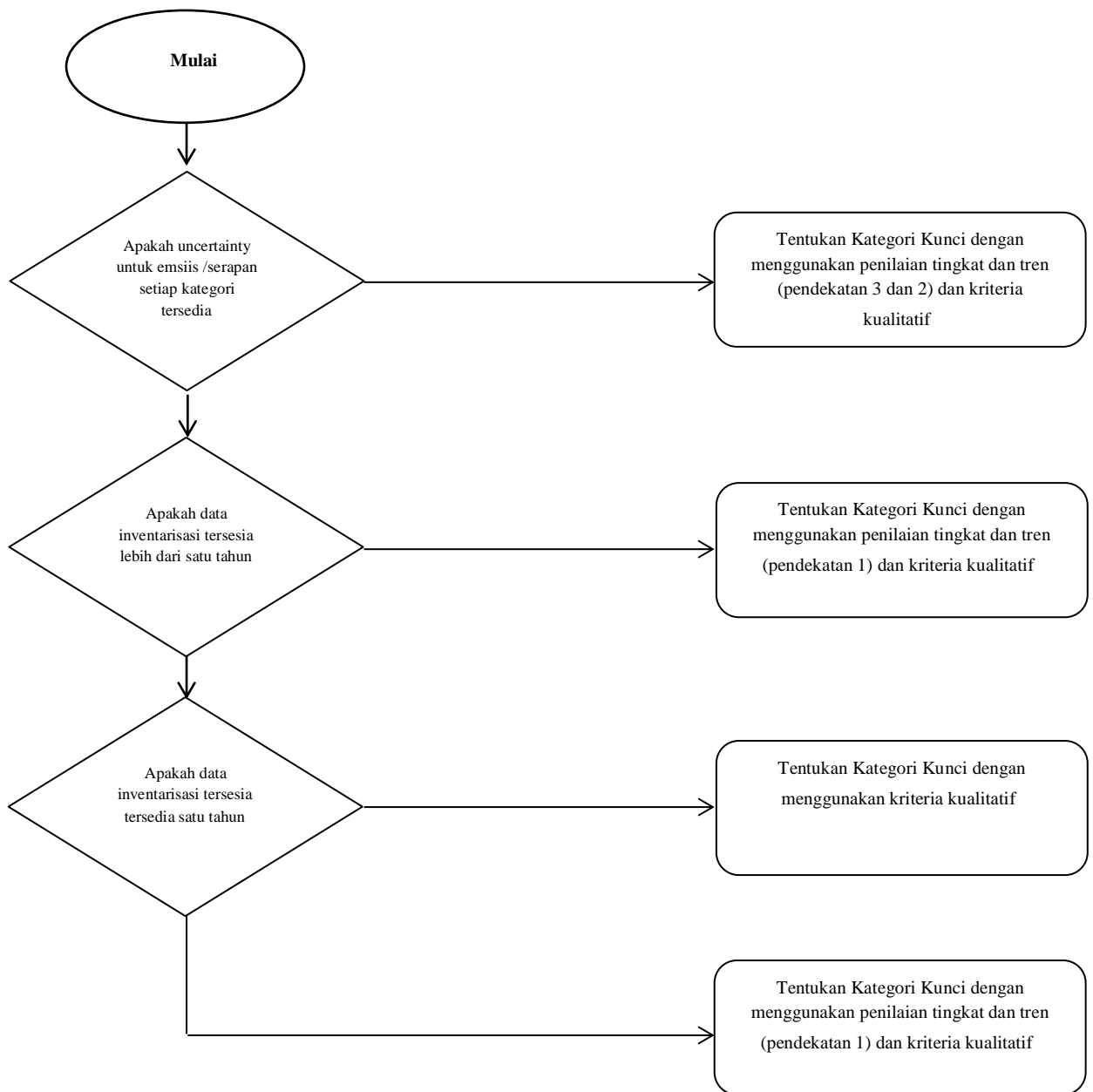
Selain ketiga kriteria tersebut, penentuan prioritas juga dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian kewenangan kabupaten. Artinya, jika suatu kategori memenuhi ketiga kriteria awal namun bukan merupakan kewenangan maka akan mempengaruhi penentuan prioritas.

Ada dua pendekatan untuk melakukan analisis kategori kunci . kedua pendekatan mengidentifikasi kategori kunci berdasarkan kontribusinya terhadap tingkat emisi/serapan nasional absolute dan tren dari emisi /serapan. Pada pendekatan pertama , kategori kunci diidentifikasi dengan menggunakan nilai batas emisi kumulatif. Kategori kunci ialah semua sumber/rosot yang apabila dijumlahkan nilai absolut emisi/serapan yang nilainya sudah diurut dari terbesar ke terkecil, mencapai 95% dari total. Karena emisi dan serapan dalam bentuk nilai absolut maka total bias lebih besar dari emisi bersih.

Pendekatan kedua digunakan apabila uncertainty dari emisi atau *uncertainty* parameter tersedia. Pada pendekatan kedua ini, kategori kunci diurut berdasarkan kontribusinya terhadap nilai *uncertainty*. Apabila kedua pendekatan digunakan dalam analisi, maka perlu dilaporkan hasil dari kedua pendekatan tersebut. Hasil analisi kategori kunci dari kedua pendekatan ini sebaiknya digunakan dalam menetapkan

Kegiatan prioritas yang akan dilakukan untuk perbaikan inventaris GRK.

Demikian pula dengan level ketidakpastian. Oleh karena itu penentuan kategori kunci dilakukan dengan mengacu diagram pohon pengambilan keputusan pada gambar 5.2



**Gambar 5.3. Pohon Pengambilan Keputusan dalam Penentuan Kategori Kunci**

Analisa Kategori Kunci dilakukan dengan kriteria kualitatif yang meliputi empat hal yakni besaran absolut, kecenderungan peningkatan atau penurunan kegiatan dan kegiatan mitigasi, aspek ketidakpastian dan kewenangan daerah. Dari seluruh kategori yang ditetapkan IPCC, terdapat 25 kategori yang menjadi kategori kunci dalam inventarisasi GRK Kabupaten Bantul tahun 2021, Kategori kunci ini terdistribusi

dalam sector pengadaan dan penggunaan energi sebanyak empat kategori, sector proses industri dan penggunaan produk sebanyak tiga kategori, sector perternakan, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya sebanyak 14 kategori dan sektor pengelolaan limbah sebanyak lima kategori. Rincian hasil analisa kategori kunci ditunjukkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Analisa Kategori Kunci**

| No. | Sektor                                  | Kategori kunci |  |                                       |
|-----|---|----------------|--|---------------------------------------|
|     |   | Kode           | Nama   | Hasil Analisa (Gg CO <sub>2</sub> eq) |
| 1   | Pengadaan&Penggunaan Energi             | 1A2            | Industri Pengolahan &Konstruksi                                      | 3.180,28                              |
|     |   | 1A3            | Transportasi   | 406,87                                |
|     |   | 1A4a           | Komersil/Institusi   | 0,00                                  |
|     |   | 1A4b           | Pemukiman  | 66,56                                 |
| 2   | Proses Industri &Penggunaan Produk      | 2A2            | Produksi Kapur   | 0,00                                  |
|     |   | 2D1            | Penggunaan Pelumas   | 0,00                                  |
|     |   | 2D2            | Penggunaan Parafin   | 0,00                                  |
| 3   | Pertanian, Kehutanan&Penggunaan Lainnya | 3A1            | Fermentasi Enterik   | 13,71                                 |
|     |   | 3A2a           | CH <sub>4</sub> dari Pengolahan Limbah Ternak                        | 0,51                                  |
|     |   | 3A2b           | Emisi N <sub>2</sub> O langsung dari Pengelolaan Limbah Ternak       | 16,33                                 |
|     |   | 3C1a           | Pembakaran Biomassa di Pertanian                                     | 0,00                                  |
|     |   | 3C1b           | Pembakaran biomassa di padang Rumput                                 | 0,00                                  |
|     |   | 3C2            | Penggunaan kapur   | 0,00                                  |
|     |   | 3C3            | Penggunaan urea  | 11,05                                 |
|     |   | 3C4            | Emisi N <sub>2</sub> O langsung dari Pengolahan Tanah                | 45,57                                 |
|     |   | 3C5            | Emisi N <sub>2</sub> O tidak langsung dari Pengolahan Tanah          | 16,08                                 |
|     |   | 3C6            | Emisi N <sub>2</sub> O tidak langsung dari pengelolaan Limbah ternak | 3,84                                  |
|     |   | 3C7            | Budidaya Padi  | 73,76                                 |
|     |   | 3B1a           | Hutan-Hutan  | 0,26                                  |

|   |                    |      |   |        |
|---|--------------------|------|---|--------|
|   |                    | 3B1b | Non Hutan-Hutan                                       | 0,00   |
|   |                    | 3B2a | Pertanian-Pertanian                                   | -0,69  |
| 4 | Pengelolaan limbah | 4A   | Pembuangan akhir sampah padat                         | 5,48   |
|   |                    | 4B1  | Emisi CH4 dari pengolahan limbah padat secara biologi | 0,00   |
|   |                    | 4C2  | Pembakaran Sampah secara terbuka                      | 0,63   |
|   |                    | 4D1  | Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Rumah Tangga     | 119,09 |
|   |                    | 4D2  | Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Industri         | 11,18  |
|   | Jumlah             |      | 25 Kategori   |        |

# BAB VI

## **PENGENDALIAN DAN PENJAMINAN MUTU**

Penyelenggaraan inventarisasi GRK nasional harus didukung dengan sistem penjaminan dan pengendalian mutu atau *Quality Assurance/Quality Control (QA/QC)* sesuai amanat Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Di daerah pengendalian mutu terutama difokuskan dalam memelihara kualitas data dan informasi agar :

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

Dengan pertimbangan tersebut diharapkan data kegiatan menceritakan kondisi yang sebenarnya (factual). Untuk menjamin akurasi dan kualitas inventarisasi GRK di masa yang akan datang, dilakukan.

Pengendalian Mutu (QC) merupakan suatu sistem pelaksanaan kegiatan rutin yang ditujukan untuk menilai dan memelihara kualitas dari data dan informasi yang dikumpulkan dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK. QC dilakukan oleh orang yang bertanggungjawab dalam pengumpulan data dan informasi tersebut. Sistem pengendalian mutu biasanya dirancang untuk:

- (i) Menyediakan mekanisme pengecekan rutin dan konsisten agar data yang dikumpulkan memiliki integritas, benar dan lengkap.
- (ii) Mengidentifikasi dan mengatasi kesalahan dan kehilangan data;
- (iii) Mendokumentasikan dan menyimpan semua data dan informasi untuk inventarisasi GRK dan mencatat semua aktivitas pengendalian mutu yang dilakukan. Aktivitas pengendalian mutu meliputi pelaksanaan pengecekan keakurasian dari akuisisi data dan perhitungan, penggunaan prosedur

standar yang sudah disetujui dalam menghitung emisi dan serapan GRK atau pengukurannya, pendugaan uncertainty, penyimpanan data dan informasi serta pelaporan.

Aktivitas pengendalian mutu (QC) juga meliputi review yang sifatnya teknis terhadap kategori sumber/rosot, data aktivitas, factor emisi, parameter penduga dan metode-metode yang digunakan dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK.

Penjaminan Mutu (QA) adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk melakukan review yang dilaksanakan oleh seseorang yang secara langsung tidak terlibat dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK. Oleh karena itu orang yang melakukan review seyogyanya pihak ketiga yang independen. Proses review dilakukan setelah inventarisasi GRK selesai dilaksanakan dan sudah melewati proses pengendalian mutu (QC). Kegiatan review ini akan memverifikasi 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. Verifikasi merujuk kepada berbagai aktivitas dan prosedur yang dilakukan selama tahap perencanaan dan pelaksanaan atau setelah penyelesaian penyelenggaraan inventarisasi GRK yang dapat membantu meningkatkan keandalan dari inventarisasi GRK tersebut. Secara khusus, verifikasi merujuk pada proses pengecekan inventarisasi GRK dengan melibatkan pihak ketiga yang independen yaitu INV/KLH/290612 29 menghitung kembali pendugaan emisi dan serapan dengan menggunakan data independen termasuk membandingkannya dengan dugaan emisi dan serapan GRK dari kajian pihak lain atau melalui penggunaan metode alternative lainnya. Kegiatan verifikasi bisa merupakan bagian dari QA dan QC tergantung pada metode dan tahapan mana informasi independen digunakan.

Prosedur Pelaksanaan Pengendalian Mutu (QC) Walaupun QC dirancang untuk melaksanakan pengendalian mutu untuk semua kategori sumber/rosot GRK, akan tetapi mempertimbangkan keterbatasan sumberdaya, pelaksanaan QC yang rutin tahunan dapat diarahkan pada beberapa data dan proses terpilih saja, sedangkan yang lainnya dilakukan dalam periode tertentu saja sesuai dengan yang ditetapkan dalam perencanaan QA/QC. Secara umum prosedur pengendalian mutu untuk

inventarisasi GRK yang perlu dilakukan oleh penyusun Inventarasi dapat dilihat pada Tabel 6.1

**Tabel 6.1. Prosedur Umum Pengendalian Mutu (QC) untuk Inventarisasi GRK**

| No | Aktivitas  | Prosedur  |
|----|--|---|
| 1  | Pengecekan asumsi dan kriteria untuk memilih data aktivitas, dan parameter dugaan lainnya dan memastikan data terdokumentasi dengan baik | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek ulang deskripsi data aktivitas, dan parameter lainnya serta informasi pendukung lainnya dan memastikan bahwa semuanya tercatat dan tersimpan dengan baik</li> <li>• Dokumentasikan data sesuai dengan format</li> <li>• Mengecek ulang kesalahan transkrip untuk sejumlah input data untuk setiap kategori sumber/rosot yang digunakan dalam perhitungan</li> </ul> |
| 2  | Kelengkapan data berseri   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek kelengkapan data berseri jika hanya ada dalam tahun tunggal atau sudah jamak ,jika hanya tahun tunggal, buat pendugaan tahun - tahun sebelumnya</li> <li>• Mengecek kesesuaian satuan dengan satuan standar yang ditetapkan</li> <li>• Mencantumkan Sumber data untuk konfirmasi</li> </ul>   |
| 3  | Penggunaan asumsi untuk dugaan   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apabila terdapat data yang tidak wajar atau data tidak tersedia, lakukan pendugaan. Pendugaan dibuat dengan pendekatan ilmiah</li> </ul>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>yang didapat dari artikel ilmiah seperti jurnal atau artikel ilmiah atau buku referensi atau sumber lain yang dapat dipercaya. Selain itu pendugaan juga melibatkan asumsi-asumsi yang logis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periksa apakah asumsi dibuat logis dan menggunakan analogi/prediktor yang tepat. Jika menggunakan data prediktor, pastikan apakah data prediktor tersebut relevan dan wajar</li> <li>• Periksa sumber asal data prediktor berasal , pastikan sumber yang jelas dan kompatibel</li> <li>• Periksa kesesuaian satuan yang digunakan oleh data predictor</li> </ul> |
| 4 | Mengecek apakah parameter dan satuan yang digunakan dicatat dengan baik dan factor konversi satuan digunakan dengan benar | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek apakah satuan yang digunakan sudah dimasukkan dengan baik dalam lembar kerja perhitungan</li> <li>• Mengecek bahwa satuan yang benar digunakan mulai dari awal sampai akhir perhitungan</li> <li>• Mengecek bahwa factor konversi sudah benar</li> <li>• Mengecek faktor penyesuaian baik temporal maupun spatial sudah digunakan dengan benar</li> </ul>   |
| 5 | Mengecek apakah file basis data tertata dengan baik   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek sistem dokumentasi yang ada untuk mengkonfirmasi bahwa tahapan dalam pengolahan</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <p>data sudah terdokumentasi dengan benar dalam sistem basis data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mengkonfirmasi bahwa semua data sudah tersimpan dengan baik di dalam sistem basis data</li> <li>• memastikan bahwa semua field data sudah dilabel dengan benar dan memiliki spesifikasi yang benar memastikan bahwa dokumentasi basis data, struktur model dan operasi sudah disimpan</li> </ul>    |
| 6 | Mengecek apakah data antar kategori sudah konsisten  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifikasi parameter (seperti data aktivitas, konstanta) yang digunakan di beberapa kategori dan cek konsistensinya</li> </ul>  |
| 7 | Mengecek apakah pendugaan dan perhitungan uncertainty emisi dan serapan GRK sudah dilakukan dengan benar | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam menentukan data kegiatan yang tidak terdokumentasi dilakukan <i>expert judgment</i></li> <li>• Mengecek apakah pakar sesuai dengan kriteria kepakaran</li> <li>• Mengecek apakah asumsi sudah dimasukkan dalam format pelaporan umum</li> <li>• Mengecek apakah satuan sudah tepat</li> <li>• Mencantumkan sumber dan metode pendugaan sebagai referensi</li> </ul> |
|   | Pengecekan kelengkapan   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konfirmasi bahwa dugaan emisi dan serapan GRK sudah dilaporkan untuk semua kategori untuk semua tahun mulai dari tahun dasar</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>sampai tahun inventarisasi terakhir</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk sub kategori, konfirmasi bahwa semua kategori sudah tercakup</li> <li>• Berikan definisi yang jelas untuk kategori sumber GRK lain apabila data cek bahwa gap data yang menghasilkan estimasi yang tidak lengkap didokumentasi termasuk evaluasi kualitatif tentang pentingnya sumbangan emisi dari kategori tersebut terhadap total emisi</li> </ul> |
|--|--|---|

Prosedur Penjaminan Mutu (QA) Untuk penjaminan mutu, kegiatan review dan verifikasi perlu dilakukan terhadap seluruh kategori. Namun demikian, mempertimbangkan ketersediaan sumberdaya, maka kegiatan QA perlu difokuskan untuk kategori kunci atau untuk kategori dimana dilakukan perubahan metode atau ada perubahan data yang cukup besar. Pelaksana inventarisasi GRK dapat melakukan review yang lebih intensif apabila dana tersedia melalui lembaga audit yang ada atau bisa juga mengundang penyusun inventarisasi dari daerah atau negara lain atau pakar yang ahli di bidang terkait yang memiliki kompetensi dalam bidang inventarisasi GRK.

Penjaminan mutu (QA) adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk melakukan review yang dilaksanakan oleh seseorang secara langsung tidak terlibat dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK. Kegiatan review akan memverifikasi bahwa penyelenggaraan inventarisasi GRK sudah sesuai prosedur dan standar yang berlaku dan menggunakan metode terbaik sesuai dengan perkembangan pengetahuan terkini dan ketersediaan data.

Prosedur pengendalian dan penjaminan mutu dilakukan melalui prosedur-prosedur sebagaiberikut :

**Tabel 6.2 Prosedur Pengendalian dan Penjaminan Mutu Inventarisasi GRK  
Kabupaten Bantul**

| <b>No</b> | <b>Aktivitas</b>                            | <b>Prosedur</b>  |
|-----------|---|--|
| 1.        | Pengecekan Kepakaran Verifikator /Evaluator | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek apakah pakar sesuai dengan kriteria kepakaran</li> <li>• Mengecek apakah evaluator bertindak sesuai dengan prosedur</li> </ul>   |
| 2         | Dokumentasi Hasil Evaluasi                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengecek apakah hasil evaluasi dicatat</li> <li>• Mengecek apakah catatan evaluasi memberikan rujukan yang tepat . Misalnya mencantumkan rujukan metode</li> <li>• Mengecek apakah dokumentasi hasil evaluasi disokumentasikan pada format yang sesuai</li> <li>• Memastikan dua pihak (evaluator/auditor dan tim penyusun) menyetujui rekomendasi yang dibuat evaluator</li> </ul> |

# BAB VI

## RENCANA PERBAIKAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GRK

Dari proses inventarisasi GRK yang telah dilakukan, telah diidentifikasi beberapa kelemahan, terutama menyangkut kualitas data kegiatan. Data kegiatan pada sektor-sektor Industri, Pengadaan & Penggunaan Energi, kehutanan, dan penggunaan lahan lainnya serta pengelolaan limbah belum terdokumentasi dengan baik. Tabel berikut menjelaskan beberapa kelemahan sumber data saat ini dan potensi perbaikan inventarisasi GRK yang akan datang. Di sisi perhitungan, perbaikan faktor emisi dapat dilakukan apabila terdapat pembaruan faktor emisi sesuai dengan kondisi lokal. Tabel 7.1. Rencana Perbaikan Inventarisasi GRK Kabupaten Bantul

**Tabel 7.1. Rencana Perbaikan Inventarisasi GRK Kabupaten Bantul Tahun 2021**

| No | Sektor                            | Kondisi saat ini  | Rencana Perbaikan  |
|----|-----------------------------------|---|--|
| 1  | Pengadaa&Penggunaan Energi        | <ul style="list-style-type: none"><li>Data yang tersedia saat ini pada kategori :<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 1A2. Industri Manufaktur dan Konstruksi (<i>Manufacturing Industries and Construction</i>)</li><li>✓ 1A3. Transportasi (<i>Transport</i>)</li><li>✓ 1A4b. Permukiman (<i>Residential</i>)</li><li>✓ 1A5. Non-Specified ( data tersedia dari sector pertanian dan industri</li></ul></li><li>Pada kategori 1A4 Komersial dan perkantoran ketersediaan data bahan bakar belum tersedia</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Perlu koordinasi dengan instansi/lembaga terkait kemudahan mendapatkan akses data yang lengkap</li></ul> |
| 2  | Proses Industri&Penggunaan Produk | <ul style="list-style-type: none"><li>Kategori kunci untuk Sektor Proses Industri&amp; Penggunaan Produk yang ada di Bantul saat ini sebagai berikut:</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>Perlu pendataan dan inventarisasi data proses</li></ul>  |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2A2. Produksi Kapur</li> <li>✓ 2D1. Penggunaan Pelumas</li> <li>✓ 2D2. Penggunaan Parafin</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk data untuk sector Proses Industri &amp; Penggunaan Produk data yang tersedia hanya pada kategori: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2D1. Penggunaan Pelumas (<i>Lubricant Use</i>) dan</li> <li>✓ 2D2. Penggunaan Parafin dan Lilin (<i>Paraffin Wax Use</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>untuk kategori lainnya belum tersedia</p>   | <p>industry dan penggunaan produk dalam proses industry yang lebih baik dan lengkap</p>  |
| 3 | Pertanian, Kehutanan & Penggunaan Lahan lainnya | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kategori pertanian (termasuk peternakan) data sudah terinventarisir cukup baik. namun demikian terdapat beberapa kategori yang belum tersedia datanya</li> <li>• Data kategori dari sektor pertanian saat ini yang tersedia di Bantul: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3A1. Fermentasi Enterik</li> <li>✓ 3A2a. CH<sub>4</sub> dari Pengolahan Limbah Ternak</li> <li>✓ 3C3. Pemupukan Urea (<i>Urea Fertilization</i>)</li> <li>✓ 3C5. Emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari tanah yang dikelola (<i>Indirect N<sub>2</sub>O Emissions from Managed Soils</i>)</li> <li>✓ 3C6. Emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari tanah yang dikelola (<i>Indirect N<sub>2</sub>O Emissions from Manure Management</i>)</li> <li>✓ 3C7. Budidaya Padi (<i>Rice Cultivations</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Sedangkan data yang belum tersedia pada kategori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 3C1a. Pembakaran Biomassa Lahan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu koordinasi lanjut dengan Lembaga /instansi penyedia data peta perubahan lahan Kabupaten Bantul</li> </ul> |

|   |                    |   |  |
|---|--------------------|---|--|
|   |                    | <p>Pertanian (<i>Biomass Burning Cropland</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 3C1b. Pembakaran Biomassa Rumput (<i>Biomass Burning Grassland</i>)</li> <li>❖ 3C2. Pengapuran (Liming)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kategori kehutanan untuk matrik transisi perubahan tutupan lahan masih sama dengan tahun sebelumnya, dikarenakan data tutupan lahan baru dapat dianalisis setelah 2 tahun. Adapun data aktivitas yang tersedia saat ini pada kategori: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3B1a. Hutan Sisa Hutan (<i>Forest Remaining Forest</i>)</li> <li>✓ 3B2a. Lahan Pertanian Sisa Lahan Pertanian (<i>Cropland Remaining Cropland</i>)</li> <li>✓ 3B6b. Non -Lahan lainnya sisa Lahan Lainnya (<i>Non-Otherland to Otherland</i>)</li> </ul> </li> </ul> <p>Sedangkan kategori yang belum tersedia antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 3B1a. Hutan Sisa Hutan (<i>Forest Remaining Forest</i>)</li> <li>❖ 3B2b. Non - Lahan Pertanian ke Lahan Pertanian (<i>Non-Cropland to Cropland</i>)</li> <li>❖ 3B3b. Non- Padang Rumput sisa Padang Rumput (<i>Non-Grassland to Grassland</i>)</li> <li>❖ 3B5b. Non Permukiman ke Permukiman (<i>Non-Settlement to Settlement</i>)</li> </ul> |  |
| 4 | Pengelolaan Limbah | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data yang ada di saat ini pada kategori sebagai berikut : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 4A. Pembuangan Akhir Sampah Padat</li> <li>✓ 4C. Pembakaran Sampah melalui Insinerator dan Pembakaran Sampah secara Terbuka</li> <li>✓ 4D1. Pengolahan dan</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu dilakukan pendataan dan pendokumentasi an tentang system pembuangan di masyarakat .</li> <li>• Perlu kajian atau</li> </ul> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>Pembuangan Air Limbah Rumah Tangga</p> <p>✓ 4D2. Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Industri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada kategori 4A. Pembuangan Akhir Sampah Padat, untuk data kategori Komposisi dan kandungan bahan kering sampah domestic menggunakan data asumsi yang terdapat dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional Buku II Volime 4- Pengelolaan Limbah</li> <li>• Pada kategori 4C. Pembakaran Sampah melalui Insinerator dan Pembakaran Sampah secara Terbuka data yang tersedia berupa Pembakaran sampah Terbuka yang diperoleh melalui sampling</li> <li>• Untuk kategori 4D2. Pengolahan dan Pembuangan Air Limbah Industri data limbah industry belum terdokumentasi dengan baik sehingga dilakukan asumsi dan pendekatan</li> </ul> | <p>inventarisasi hasil penelitian terkait komposisi dan kandungan bahan kering sampah domestic di Kabupaten Bantul</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu dilakukan kegiatan inventarisasi limbah industry secara rutin dan berkala</li> </ul> |
|--|--|---|--|

*Sumber: Analisis Konsultan, 2021*

# BAB VIII

## **PENUTUP**

Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kabupaten Bantul disusun sebagai pemenuhan kewajiban pemerintah Kabupaten Bantul dalam mengendalikan emisi GRK sebagaimana tertuang dalam Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Permen LHK No 73 Tahun 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Inventarisasi ini merupakan salah satu upaya dalam menghitung emisi GRK Kabupaten Bantul yang melibatkan berbagai sektor penghasil emisi, instansi maupun pemangku kepentingan.

Pemerintah Kabupaten Bantul melalui Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul telah melakukan inventarisasi GRK berbasis pada Pedoman Inventarisasi GRK Nasional. Inventarisasi GRK ini berupaya mencakup seluruh sektor dan kategori yang penting dan signifikan menghasilkan emisi GRK di Kabupaten Bantul, yakni sektor penggunaan dan pengadaan energi, proses industri dan penggunaan produk, pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya, serta pengelolaan limbah. Jumlah emisi GRK di Kabupaten bantul pada tahun 2020 sebesar 4.182,78Gg CO<sub>2</sub>eq. Berdasarkan hasil inventarisasi Gas Rumah Kaca di Kabupaten Bantul Tahun 2021, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Emisi GRK di Kabupaten Bantul secara agregat mencapai 4.182,78 Gg CO<sub>2</sub>e pada tahun 2020. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Sigsmart terjadi kenaikan tingkat emisi dibandingkan tahun sebelumnya yaitu sebesar 3.803,69 Gg CO<sub>2</sub>eq, sedangkan hasil yang berbeda bila dibandingkan hasil kajian Inventarisasi tahun 2020 yaitu sebesar 10.629,98 Gg CO<sub>2</sub>eq cenderung mengalami penurunan.
- 2) Berdasarkan hasil perhitungan sigsmart, kontribusi terbesar emisi GRK tahun 2020 adalah sector energi yaitu sebesar 3.653,85 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 87,3%, disusul sector IPPU sebesar 211,64 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 5,05%, sector pertanian

sebesar 180,85 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 4,3%, sector limbah sebesar 136,38 Gg CO<sub>2</sub>eq atau 3,2% dan terakhir sector kehutanan sebesar 0,000014%. Terjadinya penurunan penggunaan bahan bakar pada kegiatan transportasi menjadi penyebab menurunnya tingkat emisi sector energi. Hal ini diperkirakan terjadi dikarenakan adanya pembatasan mobilisasi masyarakat terutama di masa awal Pandemic.

Informasi profil emisi Gas Rumah Kaca dapat dijadikan sebagai bahan kajian lebih lanjut dalam melakukan evaluasi pelaksanaan RAD GRK Kabupaten Bantul sehingga dapat bertransformasi menjadi Perencanaan Pembangunan Rendah Karbon (PPRK) di Kabupaten Bantul. Pada masa mendatang, informasi tentang status GRK dapat dibandingkan dengan pelaksanaan RAD GRK / PPRK terkait kategori-kategori penting yang perlu ditangani melalui RAD GRK/PPRK.



