



# INVENTARISASI EMISI GRK BIDANG ENERGI



PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

2020

# Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi



PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

**2020**

# TIM PENYUSUN

## Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi

Pengarah  
Sekretaris Jenderal KESDM

Penanggungjawab  
Kepala Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM

Ketua Tim  
Kepala Bidang Kajian Strategis

Anggota:

Sunarti  
Feri Kurniawan Sunaryo  
Bambang Edi Prasetyo  
Catur Budi Kurniadi

Indra Setiadi  
Qisthi Rabbani  
Pemi Apriyanita Fajarwati  
Sulistyo Hernawati

ISBN :

Penerbit  
Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral  
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral  
Gedung Direktorat Jenderal EBTKE Lantai 8  
Jalan Pegangsaan Timur No. 1, Menteng, Jakarta Pusat 10320

Telp. : (021) 21390445  
Fax : (021) 21390445  
Email : [pusdatin@esdm.go.id](mailto:pusdatin@esdm.go.id)

Cetakan pertama, Desember 2020

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, hanya dengan perkenan-Nya Laporan Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energi ini dapat diselesaikan.

Data-data yang terdapat dalam laporan ini bersumber dari *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia (HEESI) 2020*, Puslitbang Lemigas, dan Puslitbang Tekmira. Selain itu, informasi yang diperoleh dari para pakar di bidang energi dan lingkungan menjadi bagian dari buku untuk memperkaya analisis dan menjelaskan fenomena yang terjadi pada data dan hasil perhitungan.

Akhir kata, kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu penyusunan Laporan ini. Diharapkan laporan ini dapat menjadi referensi kepada pimpinan Kementerian ESDM maupun pihak lain dalam pengembangan kebijakan, penerapan dan memberikan rekomendasi dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam penurunan emisi gas rumah kaca sektor energi.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada para professional di bawah ini yang telah membagi waktu, tenaga dan pikiran serta informasi yang mendukung dalam penyusunan materi penulisan laporan sehingga pada akhirnya laporan ini dapat diterbitkan.

- Dr.Ir. Retno Gumilang Dewi M.Env.Eng.Sc., Pusat Kebijakan Keenergian Institut Teknologi Bandung
- Ir. La Ode Abdul Wahid, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmennya dalam upaya mengatasi perubahan iklim dengan mengesahkan *Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim) dengan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2017 pada tanggal 24 Oktober 2017. Dengan komitmen ini, Indonesia dengan negara negara di dunia secara bersama- sama berkomitmen untuk menjaga kenaikan suhu global di bawah 2°C dan mendorong upaya untuk membatasi kenaikan suhu bumi lebih jauh ke 1,5°C di atas tingkat pra industri.

Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29% atau 834 juta ton CO<sub>2</sub>e pada Tahun 2030 dari kondisi *Business as Usual* (BaU). Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebanyak 314 juta ton CO<sub>2</sub>e. Upaya pencapaian target penurunan emisi di sektor energi terus dilakukan melalui pelaksanaan berbagai aksi mitigasi dan inventarisasi GRK secara akurat.

Emisi GRK sektor energi pada Tahun 2019 yaitu 638.452 Gg CO<sub>2</sub>e. Kategori penyumbang emisi terbesar secara berturut-turut antara lain industri produsen energi (43,83%), transportasi (24,64%), industri manufaktur dan konstruksi (21,46%), sektor lainnya (4,13%). Di dalam kategori industri produsen energi, terdapat subkategori pembangkit listrik sebagai penghasil emisi terbesar.

## DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN .....	ii
PRAKATA .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
RINGKASAN EKSEKUTIF .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kelembagaan .....	4
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	5
1.4 Sistematika Pelaporan.....	5
BAB II METODOLOGI .....	7
2.1 Inventarisasi Data.....	9
2.2 Penghitungan Emisi GRK Sektor Energi.....	11
2.3 Pendekatan Inventarisasi Emisi GRK.....	13
2.4 FGD Hasil Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi .....	14
2.4 Finalisasi Hasil Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi.....	14
BAB III DATA AKTIVITAS SEKTOR ENERGI .....	15
3.1 Data Aktivitas pada Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar .....	15
3.1.1 Industri Produsen Energi.....	16
3.1.2 Industri Manufaktur dan Konstruksi.....	18
3.1.3 Transportasi .....	19
3.1.4 Sektor Lainnya .....	20
3.1.5 Lain-lainnya .....	22
3.2 Data Aktivitas pada Emisi Fugitive dari Bahan Bakar .....	23

3.2.1 Bahan Bakar Padat .....	24
3.2.2 Minyak Bumi dan Gas Alam .....	25
BAB IV EMISI GRK SEKTOR ENERGI .....	28
4.1 Industri Produsen Energi .....	32
4.2 Industri Manufaktur dan Konstruksi .....	33
4.3 Transportasi.....	34
4.4 Sektor Lainnya.....	35
4.5 Lain-lain .....	35
4.6 Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat .....	36
4.7 Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam .....	36
4.8 Baseline Emisi Vs Inventarisasi.....	37
BAB V KESIMPULAN .....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Faktor Emisi Bahan Bakar .....	10
Tabel 2. Sumber Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar .....	11
Tabel 3 Sumber Emisi Fugitive .....	12
Tabel 4 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi Tier 1 dan Lokal (Juta Ton CO <sub>2</sub> e) .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Struktur Organisasi .....	4
Gambar 2 Tahap Pelaksanaan .....	8
Gambar 3 Konsumsi Bahan Bakar per Kategori.....	15
Gambar 4 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pembangkit Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019.....	16
Gambar 5 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Kilang Minyak .....	17
Gambar 6 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pengolahan Batubara .....	18
Gambar 7 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi .....	19
Gambar 8 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Transportasi .....	20
Gambar 9 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Komersial dan Perkantoran .....	21
Gambar 10 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Perumahan	22
Gambar 11 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Lain-Lain .....	23
Gambar 12 Produksi Bahan Bakar per Kategori.....	24
Gambar 13 Produksi Bahan Bakar pada Kategori Bahan Bakar Padat.....	25
Gambar 14 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Minyak Bumi	26
Gambar 15 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Gas Bumi ....	27
Gambar 16 Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Kategori .....	28
Gambar 17 Kontribusi Setiap Kategori dalam Emisi GRK Tahun 2019 .....	29
Gambar 18 Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar .....	30
Gambar 19 Perbandingan Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar dengan Pendekatan Kategori Sumber Emisi....	30
Gambar 20 Emisi GRK Berdasarkan Sumbernya.....	31
Gambar 21 Emisi GRK Berdasarkan Jenis GRK.....	32
Gambar 22 Emisi GRK pada Kategori Industri Produsen Energi ....	32
Gambar 23 Emisi GRK pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi .....	33
Gambar 24 Emisi GRK pada Kategori Transportasi .....	34
Gambar 25 Emisi GRK pada Kategori Sektor Lainnya .....	35
Gambar 26 Emisi GRK pada Kategori Lain-Lain .....	35

Gambar 27 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat .....	36
Gambar 28 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam .....	37
Gambar 29 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi .....	38

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia terus berupaya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sesuai dengan target yang tercantum dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC). Di dalam NDC, target penurunan emisi sebesar 29% pada Tahun 2030 diterjemahkan menjadi angka 834 juta ton CO<sub>2e</sub> untuk seluruh sektor. Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebesar 314 juta ton CO<sub>2e</sub>.

Terdapat dua cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui penurunan emisi yang telah dicapai. Pertama, dengan mencari selisih antara *baseline* emisi GRK pada kondisi *Business as Usual* (BaU) dan hasil inventarisasi emisi pada kondisi sebenarnya. Selisih ini dianggap sebagai penurunan emisi dan dapat dihitung secara historis. Kedua, dengan menghitung penurunan emisi dari setiap aksi mitigasi yang telah dilakukan.

Untuk mengetahui penurunan emisi melalui cara pertama, diperlukan inventarisasi data emisi yang lengkap dan akurat agar penurunan tersebut terukur dengan jelas. Data emisi yang lengkap diperoleh dengan cara menginventarisasi secara rutin terhadap seluruh data yang diperlukan untuk menghitung emisi. Data emisi yang akurat diperoleh melalui penggunaan metodologi yang tepat sesuai dengan panduan internasional.

Dalam rangka mendukung hasil inventarisasi data emisi yang sesuai dengan harapan, presiden melalui Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional memberikan amanat kepada seluruh pimpinan

Kementerian/Lembaga terkait, salah satunya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), untuk melakukan inventarisasi GRK sesuai dengan ruang lingkup, tugas, dan tanggung jawabnya.

Di dalam pasal 4 peraturan presiden tersebut, disebutkan bahwa penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dilakukan dengan menggunakan data aktivitas di masing-masing sumber emisi dan penyerapnya termasuk simpanan karbon, menggunakan data aktivitas pada Tahun yang sama, dan menggunakan faktor emisi dan faktor serapan lokal. Selanjutnya, dalam hal faktor emisi dan faktor serapan lokal tidak tersedia, penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dapat menggunakan faktor emisi dan faktor serapan yang telah disepakati secara internasional.

Data aktivitas yang dimaksud adalah data mengenai banyaknya aktivitas umat manusia yang terkait dengan banyaknya emisi GRK. Faktor emisi merupakan suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas. Faktor emisi dibagi menjadi tiga tingkat (*tier*), yaitu *tier 1*, *tier 2*, dan *tier 3*. Faktor emisi *tier 1* merupakan faktor emisi yang ditetapkan secara internasional dan berlaku di semua negara. Faktor emisi *tier 2* merupakan faktor emisi spesifik dari sebuah negara. Faktor emisi *tier 3* merupakan faktor emisi spesifik dari sebuah pabrik di suatu negara.

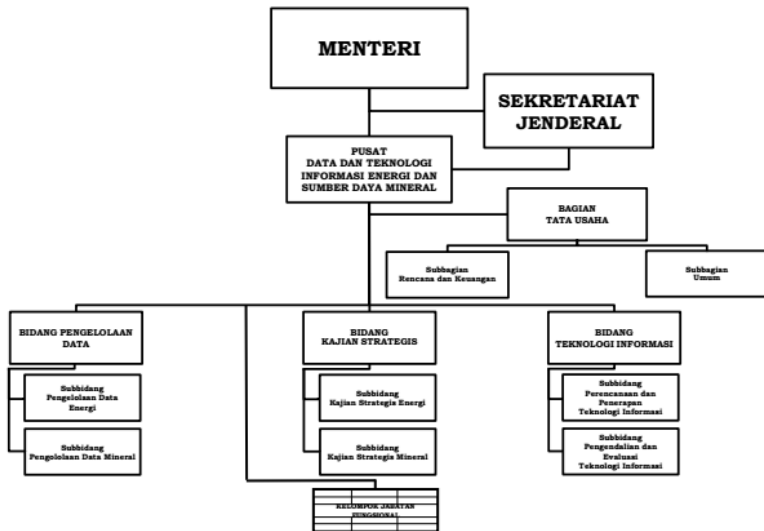
Pasal 4 di atas memberikan kesempatan bagi setiap negara untuk mengembangkan faktor emisi lokal atau *tier 2*. Faktor emisi ini diharapkan mampu menggambarkan kondisi emisi yang sebenarnya dari sebuah negara berdasarkan data aktivitas yang lebih rinci. Di Indonesia, faktor emisi lokal sektor energi telah dikembangkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral (Balitbang ESDM) dan Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan di bawah naungan KESDM sejak Tahun 2004. Faktor emisi lokal yang telah dikembangkan adalah untuk jenis bahan bakar minyak, batubara, dan sistem ketenagalistrikan.

Penyelenggaraan inventarisasi GRK sektor energi dilakukan oleh KESDM c.q. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral (Pusdatin ESDM) berdasar pada amanat Peraturan Menteri ESDM No 22 Tahun 2020 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi dan Mitigasi GRK Bidang Energi.

Peraturan Menteri yang dikeluarkan oleh KLH tersebut mengacu pada pedoman inventarisasi GRK nasional untuk sektor energi yang telah disepakati secara internasional, yaitu *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 for Energy* yang dikeluarkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Di dalamnya, terdapat faktor emisi dan faktor serapan yang telah disepakati secara internasional dan berlaku di semua negara atau faktor emisi *tier 1*.

Tujuan dari penyelenggaraan inventarisasi GRK nasional sesuai yang tercantum dalam peraturan presiden adalah untuk menyediakan informasi secara berkala mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon di tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota serta informasi pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional.

## 1.2 Kelembagaan



Gambar 1 Struktur Organisasi

Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral melalui Sekretaris Jenderal dengan tugas yaitu melaksanakan pengelolaan data, kajian strategis, dan teknologi informasi.

Dalam melaksanakan tugasnya Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral menyelenggarakan fungsi:

- koordinasi dan integrasi pengelolaan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral;
- penyiapan penyusunan kebijakan teknis, rencana dan program pengelolaan data, kajian strategis, dan teknologi informasi energi dan sumber daya mineral;
- pelaksanaan dan pembinaan pengelolaan data, kajian strategis, dan teknologi sistem informasi energi dan sumber daya mineral;

- d. pemantauan, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan pengelolaan
- e. data, kajian strategis, dan teknologi sistem informasi energi dan sumber daya mineral; dan
- f. pelaksanaan administrasi Pusat Kajian Strategis, Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral

selain melakukan tugas fungsi diatas, Pusat Data dan Teknologi Informasi mendapat penugasan untuk melakukan kegiatan inventarisasi emisi GRK yang kemudian dilaporkan kepada Menteri ESDM melalui Sekretaris Jenderal.

### **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

Laporan inventarisasi GRK sektor energi dilaksanakan secara swakelola. Data dan informasi yang terdapat di dalam kajian ini diperoleh melalui publikasi *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia (HEESI)*, studi literatur, diskusi dengan unit dan/atau instansi lain yang terkait, kunjungan lapangan, dan diskusi dengan para akademisi di bidang energi.

Terdapat beberapa batasan yang diterapkan ke dalam kajian agar pembahasan menjadi lebih fokus, antara lain

- Penghitungan emisi hanya dilakukan pada kegiatan pengadaan dan penggunaan energi yang meliputi pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive.
- Data aktivitas yang digunakan untuk menghitung emisi merupakan data aktivitas di tingkat nasional Tahun 2019.

Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi adalah faktor emisi *tier* 1 sesuai dengan pedoman IPCC 2006.

### **1.4 Sistematika Pelaporan**

Laporan kajian inventarisasi GRK sektor energi disusun dalam lima bab, yang terdiri atas pendahuluan, metodologi, konsumsi energi



sektoral, emisi GRK sektor energi, dan penutup. Substansi dari setiap bab dijelaskan secara lebih rinci sebagai berikut.

- Bab I, **Pendahuluan**, berisi empat subbab yang mencakup latar belakang, kelembagaan, ruang lingkup kegiatan, dan sistematika pelaporan.
- Bab II, **Metodologi**, berisi tahapan dalam pelaksanaan kajian. Tahapan yang dimaksud adalah pengumpulan data, analisis data historis untuk menggambarkan kondisi saat ini dan melihat kecenderungan yang ada. Metode yang digunakan untuk menganalisis data dipilih melalui studi literatur dan hasil diskusi dengan pemangku kepentingan terkait dan akademisi sehingga diperoleh rekomendasi yang tepat.
- Bab III, **Data Aktivitas Sektor Energi**, membahas secara rinci tentang konsumsi energi di sektor industri, komersial, rumah tangga, transportasi, dan lainnya. Pembahasan dilanjutkan dengan proyeksi konsumsi energi di masa yang akan datang sebagai dasar dalam perhitungan emisi GRK. Proyeksi jangka panjang ini didasarkan pada pertumbuhan konsumsi untuk setiap jenis bahan bakar dan sektor pengguna.
- Bab IV, **Emisi GRK Sektor Energi**, membahas secara rinci hasil perhitungan emisi GRK sektor energi, baik untuk kondisi saat ini maupun masa yang akan datang. Emisi GRK dihitung menggunakan faktor emisi *tier 1*.
- Bab V, **Penutup**, berisi kesimpulan. Bab ini merupakan rangkuman hal-hal penting dari hasil kajian dan rekomendasi yang dapat diberikan bagi pengambil kebijakan dalam rangka mendukung penurunan emisi GRK sektor energi.

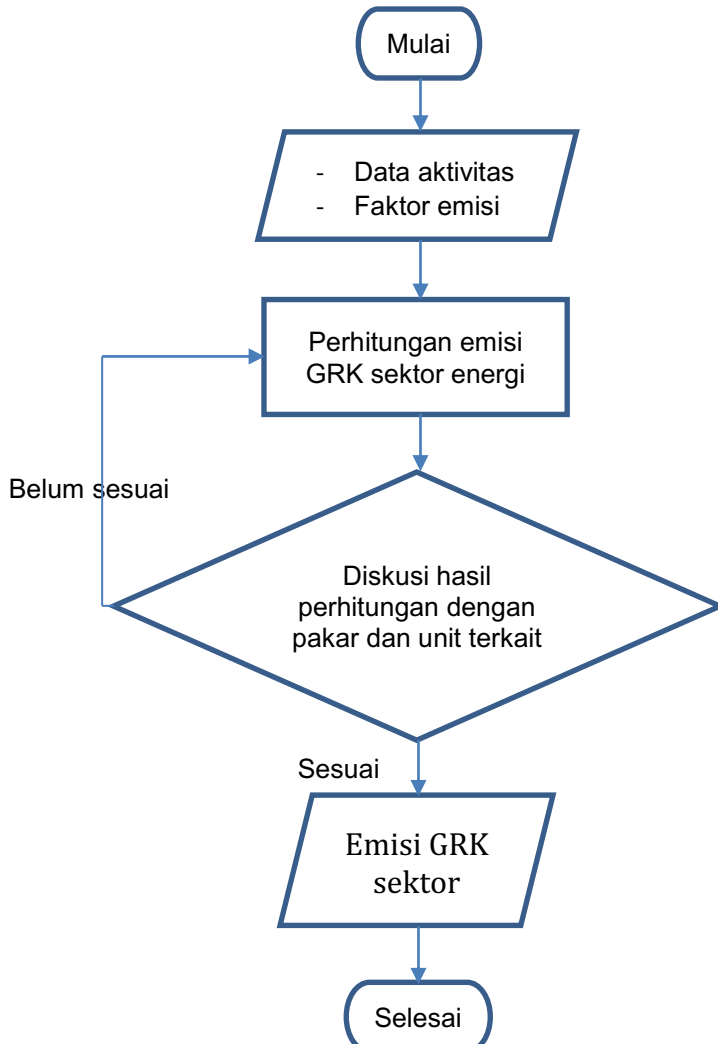
## BAB II METODOLOGI

Kegiatan inventarisasi GRK sektor energi menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk menghasilkan kesimpulan dan rekomendasi yang tepat. Metode kualitatif digunakan untuk menjelaskan fenomena yang terjadi pada data konsumsi energi di Indonesia. Metode kuantitatif digunakan untuk menghasilkan kesimpulan yang tepat dari perhitungan yang dilakukan. Metode kualitatif dilakukan melalui studi literatur serta diskusi dengan para pakar dan akademisi di bidang energi dan lingkungan. Metode kuantitatif dilakukan melalui metode perhitungan yang telah disepakati secara internasional.

Proses pengerjaan kajian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu

1. Pengumpulan data berupa data aktivitas dan faktor emisi sektor energi.
2. Perhitungan emisi GRK sektor energi berdasarkan data-data yang telah dihimpun.
3. Diskusi hasil perhitungan emisi GRK sektor energi dengan para pakar, unit-unit terkait di lingkungan Kementerian ESDM, dan Kementerian/Lembaga terkait.
4. Finalisasi hasil perhitungan emisi GRK sektor energi untuk kemudian dipublikasikan di dalam buku.

Keseluruhan tahapan di atas dilakukan melalui studi literatur dan *Focus Group Discussion* (FGD). Studi literatur dilakukan untuk memperoleh data dan metode perhitungan emisi GRK sektor energi secara tepat, sedangkan FGD dilakukan untuk menghimpun informasi dari pihak lain sehingga dapat memperkaya analisis di dalam kajian. Tahapan pelaksanaan kajian ditunjukkan pada gambar 2.1. Secara lebih rinci, setiap tahapan diuraikan sebagai berikut)



Gambar 2 Tahap Pelaksanaan

## 2.1 Inventarisasi Data

Berdasarkan formula perhitungan emisi GRK, di mana emisi GRK merupakan hasil perkalian antara data aktivitas dan faktor emisi, maka data aktivitas dan faktor emisi menjadi dua hal yang sangat penting dalam perhitungan emisi GRK. Kedua data tersebut menjadi penentu tingkat emisi GRK yang dihasilkan oleh sebuah kegiatan.

Menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume I yang disusun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, data aktivitas adalah data mengenai banyaknya aktivitas umat manusia yang terkait dengan banyaknya emisi GRK, sedangkan faktor emisi merupakan suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas. Data aktivitas yang digunakan di dalam perhitungan disesuaikan dengan kategori sumber emisi GRK.

Di dalam pedoman, dijelaskan bahwa sumber emisi GRK sektor energi dibagi menjadi tiga, yaitu

1. Emisi hasil pembakaran bahan bakar,
2. Emisi fugitive pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar, dan
3. Emisi dari pengangkutan dan injeksi CO<sub>2</sub> pada kegiatan penyimpanan CO<sub>2</sub> di formasi geologi.

Kegiatan pembakaran bahan bakar yang dimaksud di atas adalah oksidasi bahan bakar secara sengaja dalam suatu alat dengan tujuan menyediakan panas atau kerja mekanik kepada suatu proses. Data aktivitas yang dimaksud pada kegiatan ini yaitu volume konsumsi bahan bakar.

Emisi fugitive pada sektor energi merupakan emisi GRK yang secara tidak sengaja terlepas pada kegiatan produksi dan penyediaan energi. Data aktivitas yang dimaksud pada kategori sumber emisi ini yaitu volume produksi bahan bakar.

Kegiatan penyimpanan CO<sub>2</sub> di formasi geologi belum dilakukan di Indonesia sehingga emisi GRK pada kategori sumber ini tidak dihitung.

Seluruh data aktivitas yang digunakan dalam kajian ini diambil dari *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia* (HEESI) 2020 yang disusun oleh Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral.

Selain data aktivitas, data lain yang juga dibutuhkan dalam perhitungan emisi GRK adalah faktor emisi. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) mengeluarkan panduan untuk inventarisasi GRK sektor energi pada Tahun 2006 yang diberi nama *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2*. Di dalam panduan tersebut, terdapat pembagian metode perhitungan emisi GRK berdasarkan tingkat ketelitiannya (tier), yaitu

1. Tier 1, Estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi *default* IPCC.
2. Tier 2, Estimasi berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi *default* IPCC atau faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).
3. Tier 3, Estimasi berdasarkan metode spesifik suatu negara dengan data aktivitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).

Kajian ini menggunakan tingkat ketelitian tier 1. Faktor emisi gas CO<sub>2</sub> untuk setiap jenis bahan bakar ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1 Faktor Emisi Bahan Bakar**

<b>Jenis Bahan Bakar</b>	<b>Tier 1 (kg CO<sub>2</sub>/TJ)</b>	<b>Lokal (kg CO<sub>2</sub>/TJ)</b>
Bensin RON 92	69.300	72.600
Bensin RON 88	69.300	72.967
Avtur	71.500	73.333
Minyak Tanah	71.900	73.700
<i>Automotive Diesel Oil (ADO)</i>	74.100	74.433
<i>Industrial Diesel Oil (IDO)</i>	74.100	74.067
<i>Residual Fuel Oil (RFO)</i>	77.400	75.167
Batubara	96.100	99.718
Gas Alam	56.100	57.600

Sumber: - 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2*  
 - Puslitbang Lemigas, 2019  
 - Puslitbang Tekmira, 2018

## 2.2 Penghitungan Emisi GRK Sektor Energi

Secara umum, persamaan untuk menghitung emisi GRK adalah

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

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, emisi GRK sektor energi yang dihitung hanya berasal dari dua kategori, yaitu emisi hasil pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar.

Sumber emisi dari pembakaran bahan bakar dikelompokkan menjadi lima kategori, yaitu industri produsen energi, industri manufaktur dan konstruksi, transportasi, sektor lainnya, dan lain-lain. Masing-masing kategori dibedakan lagi menjadi beberapa subkategori. Pengelompokan sumber emisi dari kegiatan pembakaran bahan bakar ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. Sumber Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar**

Kode	Kategori	Kegiatan
1 A 1	Industri Produsen Energi	Pembangkit Listrik
		Kilang Minyak
		Produksi Bahan Bakar Padat dan Industri Energi Lainnya
1 A 2	Industri Manufaktur dan Konstruksi	Besi dan Baja
		Logam Bukan Besi
		Bahan-Bahan Kimia
		Pulp, Kertas, dan Bahan Barang Cetak
		Pengolahan Makanan, Minuman, dan Tembakau
		Mineral Non Logam
		Peralatan Transportasi
		Permesinan
		Pertambangan Non Bahan Bakar dan Bahan Galian
		Kayu dan Produk Kayu
		Konstruksi
		Industri Tekstil dan Kulit
Industri Lainnya		
1 A 3	Transportasi	Penerbangan Sipil

		Transportasi Darat
		Kereta Api ( <i>Railways</i> )
		Angkutan Air
		Transportasi Lainnya
1 A 4	Sektor Lainnya	Komersial dan Perkantoran
		Perumahan
		Pertanian/ Kehutanan/ Nelayan/ Perikanan
1 A 5	Lain-Lain	Emisi dari Peralatan Stasioner, Peralatan Bergerak ( <i>Mobile</i> )

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan IGRK Nasional Buku II Volume I, 2012

Sumber emisi berupa emisi fugitive dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu bahan bakar padat serta minyak bumi dan gas alam. Masing-masing kategori dibedakan lagi menjadi beberapa subkategori. Pengelompokan sumber emisi berupa emisi fugitive ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3 Sumber Emisi Fugitive**

Kode	Kategori	Kegiatan
1 B 1	Bahan Bakar Padat	a. Penambangan dan Penanganan batubara <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penambangan Bawah Tanah</li> <li>• Tambang Terbuka</li> </ul>
		b. Pembakaran yang Tak Terkendali dan Timbunan Batubara yang Terbakar
		c. Transformasi (Konversi) Bahan Bakar Padat
1 B 2	Minyak Bumi dan Gas Alam	a. Minyak Bumi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelepasan (<i>Venting</i>)</li> <li>• Suar Bakar (<i>Flaring</i>)</li> <li>• Lainnya</li> </ul>
		b. Gas Bumi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelepasan (<i>Venting</i>)</li> <li>• Suar Bakar (<i>Flaring</i>)</li> <li>• Lainnya</li> </ul>

Sumber: Pedoman Penyelenggaraan IGRK Nasional Buku II Volume I, 2012

Perhitungan emisi GRK sektor energi bergantung pada ketersediaan data pada setiap kategori/subkategori. Bagian yang diberi warna

kuning merupakan kategori/subkategori dengan data aktivitas yang tersedia dalam HEESI.

### **2.3 Pendekatan Inventarisasi Emisi GRK**

Terdapat 2 (dua) pendekatan dalam penghitungan emisi GRK pada sektor energi yaitu Pendekatan Sektoral (*Sectoral Approach*) dan Pendekatan Referensi (*Reference Approach*). Pendekatan Sektoral dikenal juga sebagai Pendekatan “*Bottom-Up*” sedangkan Pendekatan Referensi dikenal juga sebagai Pendekatan “*Top-Down*”.

Pada Pendekatan Sektoral penghitungan emisi dikelompokkan menurut sektor kegiatan, seperti: produksi energi (listrik, minyak dan batubara), manufaktur, transportasi, rumah tangga dan lain-lain. Sumber emisi yang diperhitungkan meliputi emisi dari pembakaran bahan bakar di masing masing sektor dan emisi fugitive. Dari pengelompokan sektoral dapat diketahui sektor-sektor yang menghasilkan banyak emisi GRK sehingga pendekatan secara sektoral ini bermanfaat untuk menyusun kebijakan mitigasi.

Pada Pendekatan Referensi penghitungan emisi dikelompokkan menurut jenis bahan bakar yang digunakan, tanpa memperhitungkan sektor di mana bahan bakar tersebut digunakan. Pendekatan ini hanya memperhitungkan emisi dari pembakaran bahan bakar. Basis perhitungan pada pendekatan ini adalah data pasokan bahan bakar di suatu negara dan data bahan bakar yang tidak digunakan sebagai bahan bakar namun sebagai bahan baku industri (misalnya gas yang digunakan sebagai bahan baku industri pupuk).

Karena basis data yang digunakan berbeda, hasil estimasi emisi GRK berdasarkan Pendekatan Referensi akan sedikit berbeda dengan hasil estimasi menurut Pendekatan Sektoral. Adalah hal yang wajar bila perbedaan hasil estimasi pada kedua pendekatan kurang dari 5%.

Hasil estimasi emisi dengan Pendekatan Referensi dapat digunakan sebagai batas atas dari perhitungan emisi hasil pembakaran bahan bakar menurut Pendekatan Sektoral. Dengan kata lain, bila inventarisasi dengan Pendekatan Sektoral dilakukan dengan baik maka hasil perhitungan emisi pembakaran bahan bakar menurut Pendekatan Sektoral tidak akan lebih besar dari hasil perhitungan emisi menurut Pendekatan Referensi.



## **2.4 FGD Hasil Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi**

Setelah mendapatkan hasil perhitungan sementara emisi GRK sektor energi, dilakukan diskusi dengan para pakar energi yang merupakan praktisi dan akademisi, unit-unit terkait di lingkungan Kementerian ESDM, dan Kementerian/Lembaga terkait, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, dan Pusat Kebijakan Keenergian ITB. Diskusi ini bertujuan untuk menyampaikan hasil perhitungan emisi GRK sektor energi sementara dan memperoleh pandangan lain dari kondisi emisi yang ada melalui analisis-analisis yang disampaikan oleh para peserta diskusi. Forum diskusi ini sekaligus menjadi sarana untuk mendapatkan konfirmasi dari pihak-pihak terkait mengenai metode dan hasil perhitungan sehingga keseluruhan hasil kajian menjadi akurat dan sah.

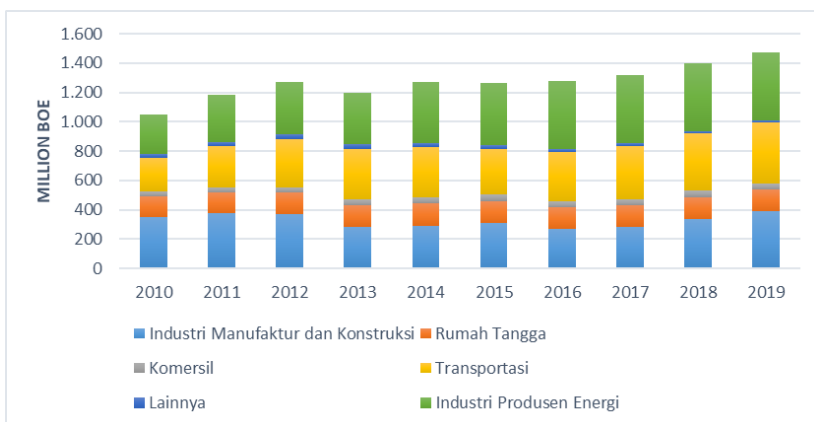
## **2.4 Finalisasi Hasil Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi**

Hasil perhitungan emisi GRK yang telah disetujui oleh pihak-pihak yang terkait di dalam forum diskusi, difinalkan untuk kemudian dipublikasikan di dalam buku kajian. Finalisasi yang dilakukan berupa pengecekan kembali terhadap akurasi data aktivitas, kesesuaian metode perhitungan, keanehan yang terjadi pada hasil perhitungan, dan verifikasi hasil perhitungan oleh Kementerian LHK sebagai *national focal point* di bidang lingkungan hidup. Selain itu, masukan yang diberikan oleh para peserta diskusi pada forum diskusi menjadi bahan tambahan untuk memvalidasi hasil inventarisasi.

## BAB III DATA AKTIVITAS SEKTOR ENERGI

### 3.1 Data Aktivitas pada Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar

Data aktivitas yang dimaksud pada sumber emisi ini adalah volume bahan bakar yang dibakar secara sengaja untuk keperluan energi, bukan sebagai bahan baku proses. Kegiatan pembakaran bahan bakar dibagi ke dalam beberapa kategori/subkategori seperti yang tercantum pada tabel 2. Konsumsi bahan bakar pada kegiatan pembakaran bahan bakar untuk setiap kategori ditunjukkan pada Gambar 3



**Gambar 3 Konsumsi Bahan Bakar per Kategori**

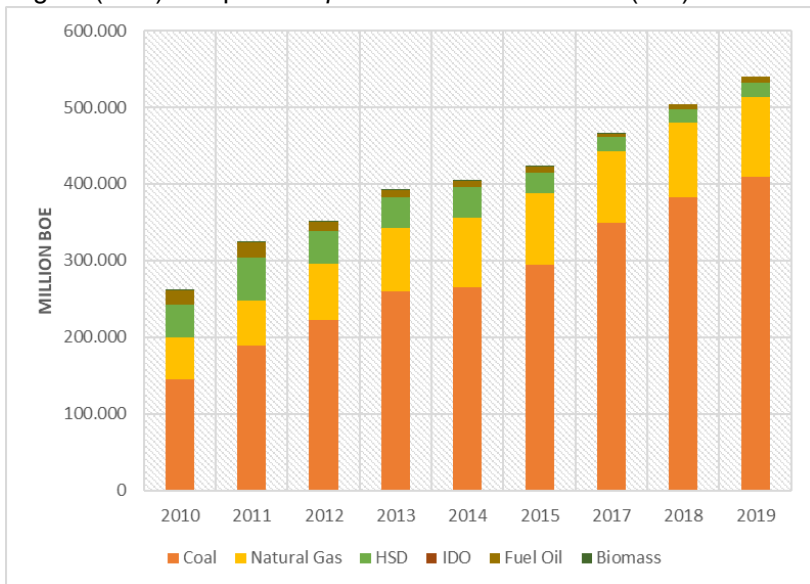
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Konsumsi bahan bakar pada kegiatan ini sebanyak 1.471 juta *Barrel of Oil Equivalent* (BOE) pada Tahun 2019. Konsumsi tersebut mengalami peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 3,71% per Tahun. Kategori yang paling banyak mengonsumsi bahan bakar adalah industri produsen energi dengan pangsa sebesar 43,83%. Lalu diikuti oleh sektor lainnya, transportasi, industri manufaktur dan konstruksi, dan lain-lain. Selanjutnya, di bawah ini akan dijelaskan secara rinci mengenai data aktivitas untuk setiap kategori/subkategori.

### 3.1.1 Industri Produsen Energi

Kegiatan pembakaran bahan bakar pada kategori industri produsen energi (1A1) dikelompokkan menjadi tiga subkategori, yaitu pembangkit listrik, kilang minyak, dan produksi bahan bakar padat dan industri energi lainnya. Kategori ini merupakan kategori yang paling banyak mengonsumsi bahan bakar karena dibutuhkan masukan (*input*) bahan bakar dalam jumlah besar untuk memproduksi energi.

Data aktivitas yang diperlukan untuk menghitung emisi GRK pada subkategori pembangkit listrik adalah volume konsumsi bahan bakar di pembangkit listrik, baik pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun *Independent Power Producer* (IPP).



**Gambar 4 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pembangkit**

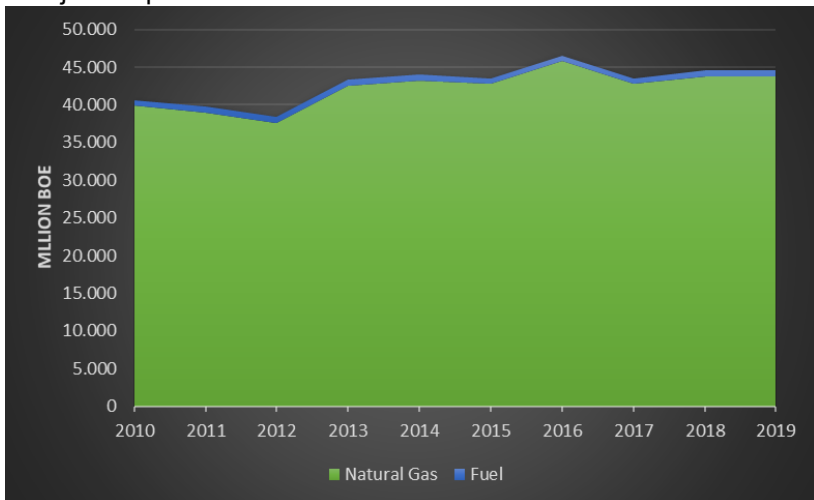
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Konsumsi bahan bakar untuk subkategori pembangkit listrik pada Tahun 2019 adalah 539 juta BOE data ini merupakan data penjualan batubara untuk alokasi penjualan dalam negeri. Angka ini mengalami peningkatan sejak Tahun 2010 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 7,11% per Tahun. Konsumsi bahan bakar didominasi oleh batubara sejak Tahun 2010 hingga 2019, dengan pangsa sebesar

55,12% menjadi 76,22%. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah masih mengandalkan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di dalam kebijakan sektor ketenagalistrikan bagi masyarakat. Secara lebih jelas, konsumsi bahan bakar pada subkategori pembangkit listrik ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada subkategori kilang minyak, data aktivitas yang dibutuhkan untuk menghitung emisi GRK adalah volume bahan bakar yang dikonsumsi pada kegiatan pengilangan minyak, yaitu bahan bakar minyak (BBM) dan gas alam. Kedua bahan bakar tersebut digunakan selama proses transformasi minyak dan gas bumi menjadi bahan bakar lain, penggunaan sendiri untuk keperluan operasional kilang, serta transmisi dan distribusi.

Konsumsi bahan bakar untuk subkategori kilang minyak pada Tahun 2019 adalah 44,57 juta BOE dengan pangsa gas alam paling besar, yaitu 98,14%. Konsumsi tersebut mengalami peningkatan sebesar 0,3% jika dibandingkan dengan konsumsi pada Tahun 2018. Secara lebih jelas, konsumsi bahan bakar pada subkategori kilang minyak ditunjukkan pada Gambar 5.

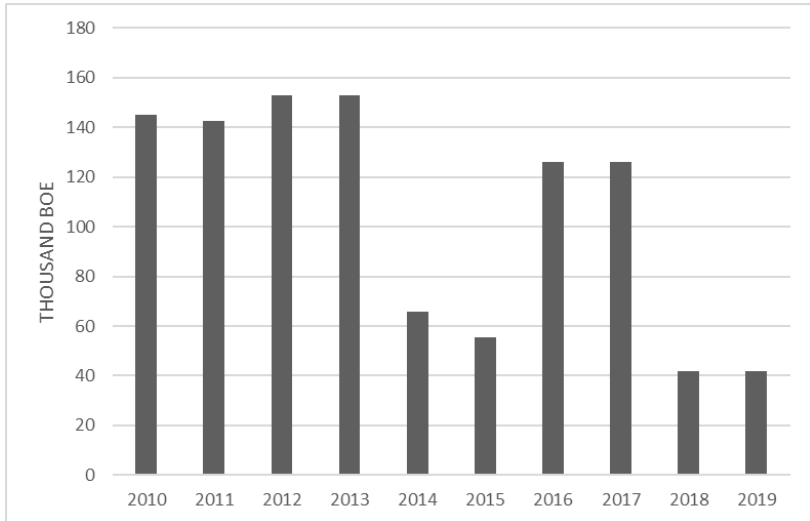


**Gambar 5 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Kilang Minyak**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Untuk subkategori produksi bahan bakar padat dan industri energi lainnya, kegiatan yang menghasilkan emisi GRK adalah pengolahan

batubara menjadi bentuk energi lain sehingga data aktivitas yang digunakan dalam perhitungan yaitu volume batubara yang diolah. Konsumsi bahan bakar untuk subkategori pengolahan batubara pada Tahun 2019 adalah 42 ribu BOE. Jika dilihat pada Gambar 6, volume batubara yang digunakan pada proses pengolahan sejak Tahun 2010 hingga 2019 fluktuatif. Namun, secara keseluruhan, volume tersebut meningkat rata-rata sebesar 13% per Tahun.



**Gambar 6 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pengolahan Batubara**

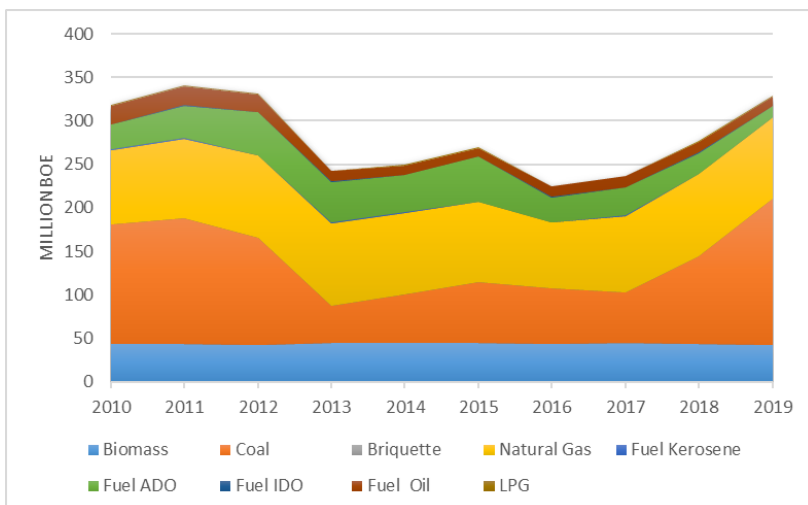
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

### 3.1.2 Industri Manufaktur dan Konstruksi

Kegiatan pembakaran bahan bakar pada kategori industri manufaktur dan konstruksi (1A2) dikelompokkan menjadi tiga belas subkategori berdasarkan jenis industri. Namun, data aktivitas untuk setiap subkategori tidak tersedia sehingga hanya menggunakan data aktivitas pada tingkat kategori.

Gambar 7 menunjukkan konsumsi bahan bakar untuk kategori industri manufaktur dan konstruksi. Konsumsi bahan bakar pada Tahun 2019 adalah 329 juta BOE dengan pangsa batu bara paling besar, yaitu 50,89%. Konsumsi bahan bakar pada kategori ini mengalami peningkatan besar pada Tahun 2019 apabila dibandingkan dengan

Tahun 2018. Kenaikan konsumsi energi ini disebabkan antara lain oleh peningkatan aktivitas pada pabrik smelter yang beroperasi pada tahun tersebut.



**Gambar 7 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

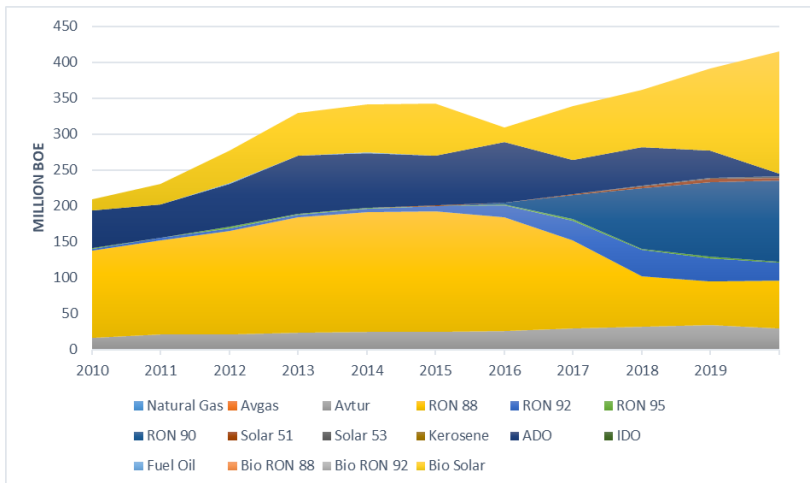
### 3.1.3 Transportasi

Kegiatan pembakaran bahan bakar pada kategori transportasi (1A3) dikelompokkan menjadi lima subkategori berdasarkan jenis transportasi. Namun, data aktivitas untuk setiap subkategori tidak tersedia sehingga hanya menggunakan data aktivitas pada tingkat kategori.

Konsumsi bahan bakar untuk kategori transportasi pada Tahun 2019 adalah 415 juta BOE dengan pangsa BBM paling besar, yaitu 99,97%. Konsumsi pada kategori ini cenderung mengalami peningkatan setiap Tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,32% per Tahun. Peningkatan ini sejalan dengan peningkatan jumlah kendaraan setiap Tahun.

Dari Gambar 8, dapat dilihat bahwa konsumsi bensin ron 88 mengalami penurunan selama dua Tahun terakhir. Penurunan ini

disebabkan oleh adanya kebijakan pemerintah untuk menggantikan bensin ron 88 dengan bensin ron 90 dan ron 92 sehingga mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan terhadap lingkungan, serta kebijakan B30 yang diterapkan pada bahan bakar ADO juga menurunkan jumlah ADO secara keseluruhan.

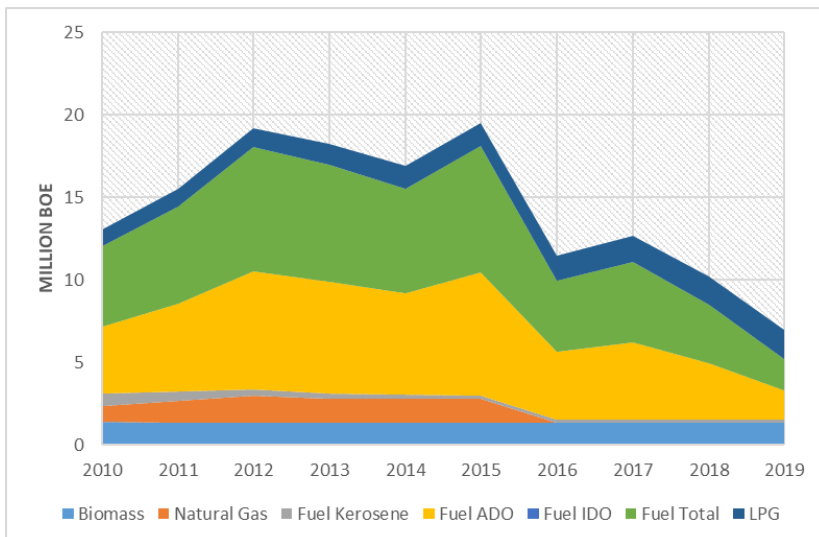


**Gambar 8 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Transportasi**  
 Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

### 3.1.4 Sektor Lainnya

Kegiatan pembakaran bahan bakar pada kategori sektor lainnya (1A4) dikelompokkan menjadi dua subkategori, yaitu komersial dan perkantoran serta perumahan.

Data aktivitas yang digunakan dalam perhitungan emisi GRK pada subkategori komersial dan perkantoran adalah volume konsumsi bahan bakar pada subkategori tersebut. Konsumsi bahan bakar untuk subkategori komersial pada Tahun 2019 adalah 5 juta BOE. Sebagian besar bahan bakar yang dikonsumsi yaitu BBM dengan pangsa di Tahun 2019 sebesar 68,17%. Volume konsumsi bahan bakar sejak Tahun 2010 hingga 2019 mengalami penurunan rata-rata sebesar 4,85% per Tahun. Secara lebih jelas, konsumsi bahan bakar pada subkategori komersial dan perumahan ditunjukkan Gambar 9.

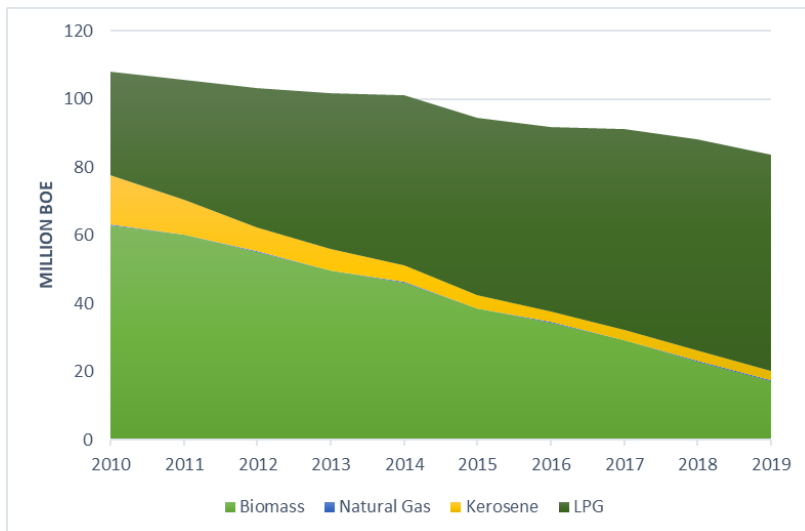


**Gambar 9 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Komersial dan Perkantoran**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Selain subkategori komersial dan perumahan, terdapat subkategori perumahan di dalam kategori sektor lainnya. Subkategori perumahan mengonsumsi bahan bakar pada Tahun 2019 sebanyak 84 juta BOE dengan pangsa LPG paling besar, yaitu 72,43%. Konsumsi bahan bakar untuk subkategori ini cenderung menurun dengan rata-rata penurunan sebesar 3,14% per Tahun.





**Gambar 10 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Perumahan**

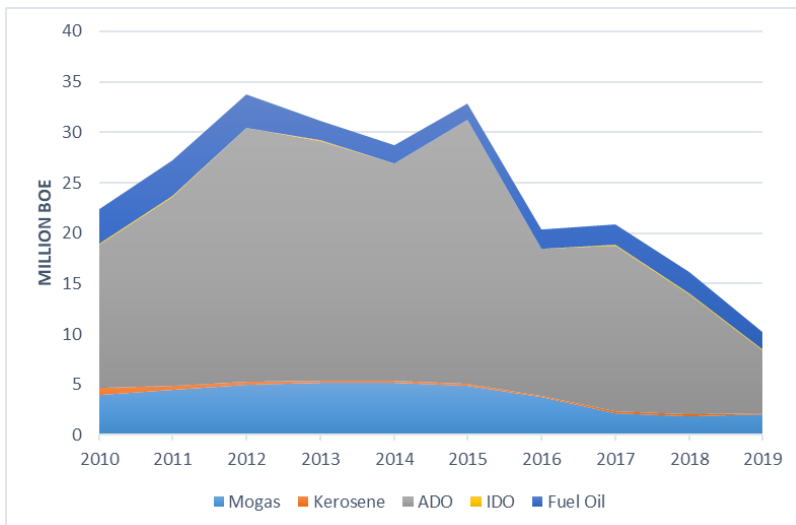
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Gambar 10 menunjukkan adanya pergantian konsumsi dari minyak tanah ke LPG pada Tahun 2010. Hal ini disebabkan oleh adanya kebijakan pemerintah untuk menggantikan minyak tanah dengan LPG pada Tahun tersebut dan berjalan efektif hingga saat ini.

Dengan besarnya volume konsumsi bahan bakar pada subkategori perumahan, maka kategori sektor lainnya berada pada urutan kedua kategori dengan konsumsi bahan bakar terbesar

### 3.1.5 Lain-lainnya

Kategori terakhir yang termasuk dalam sumber emisi dari kegiatan pembakaran bahan bakar adalah lain-lain. Kategori ini mencakup semua jenis emisi yang tidak terdapat dalam empat kategori lainnya sehingga data aktivitasnya pun mengikuti.



**Gambar 11 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Lain-Lain**

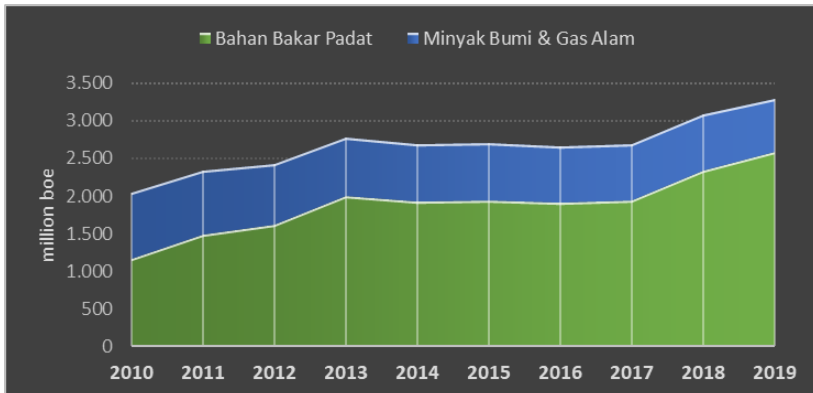
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Bahan bakar yang dikonsumsi pada kategori ini hanya berasal dari jenis BBM, antara lain bensin, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel, dan minyak bakar. Konsumsi bahan bakar pada Tahun 2019 sebanyak 10 juta BOE dengan kecenderungan mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,52% per Tahun. Jenis BBM yang paling banyak dikonsumsi adalah minyak solar dengan pangsa sebesar 62,35% di Tahun 2019.

Kategori ini merupakan kategori dengan konsumsi bahan bakar paling kecil di antara kategori yang lain. Secara lebih jelas, konsumsi bahan bakar pada kategori lain-lain ditunjukkan pada Gambar 11.

### 3.2 Data Aktivitas pada Emisi Fugitive dari Bahan Bakar

Untuk menghitung emisi fugitive, data aktivitas yang diperlukan adalah volume produksi bahan bakar dikarenakan emisi ini terjadi secara tidak sengaja pada kegiatan produksi dan penyediaan energi. Data aktivitas pada emisi fugitive dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu bahan bakar padat serta minyak bumi dan gas alam. Setiap kategori dibagi lagi menjadi beberapa subkategori. Produksi bahan bakar untuk setiap kategori ditunjukkan pada Gambar 12.



**Gambar 12 Produksi Bahan Bakar per Kategori**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Produksi bahan bakar pada sumber emisi fugitive sebanyak 3.286 juta BOE dengan kecenderungan meningkat rata-rata sebesar 4,81% per Tahun. Pangsa bahan bakar padat lebih besar daripada minyak bumi dan gas alam, yaitu 78,76%. Data produksi ini akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi final selama bahan bakar fosil di atas masih ada.

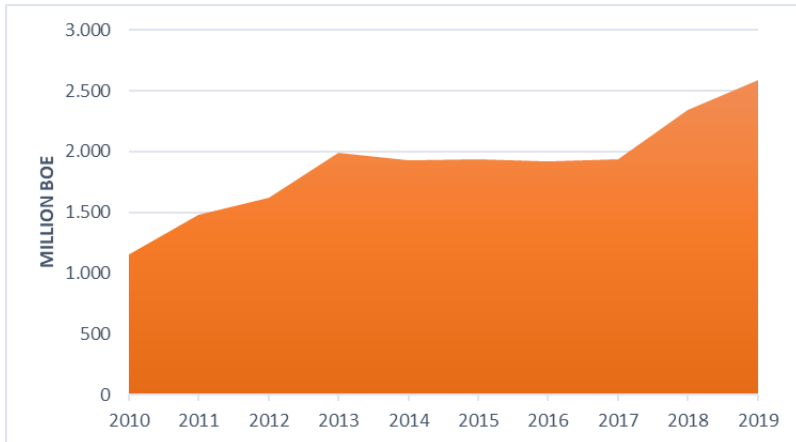
Selanjutnya, akan dijelaskan secara rinci mengenai data aktivitas untuk setiap kategori/subkategori.

### 3.2.1 Bahan Bakar Padat

Data aktivitas pada kategori bahan bakar padat dibagi menjadi tiga subkategori, yaitu penambangan dan penanganan batubara, pembakaran yang tak terkendali dan timbunan batubara yang terbakar, serta transformasi bahan bakar padat. Namun, data aktivitas yang tersedia hanya pada subkategori penambangan dan penanganan batubara.

Kegiatan penambangan dan penanganan batubara dibedakan menjadi dua, yaitu penambangan bawah tanah dan tambang terbuka. Sebagian besar wilayah tambang batubara di Indonesia merupakan tambang terbuka.

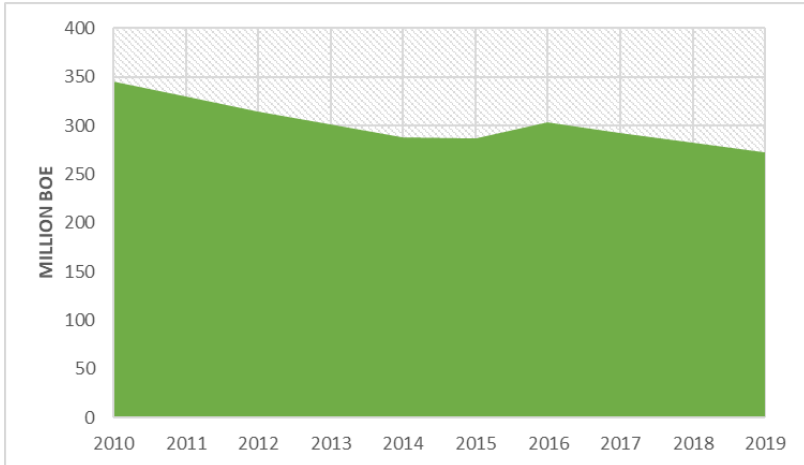
Produksi batubara pada Tahun 2019 sebesar 2.588 juta BOE. Produksi batubara cenderung mengalami peningkatan sejak Tahun 2010 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 9,43% per Tahun. Secara lebih jelas, produksi bahan bakar pada kategori bahan bakar padat ditunjukkan pada Gambar 13.



**Gambar 13 Produksi Bahan Bakar pada Kategori Bahan Bakar Padat**  
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

### 3.2.2 Minyak Bumi dan Gas Alam

Sesuai dengan judulnya, data aktivitas pada kategori minyak bumi dan gas alam dibagi menjadi dua subkategori, yaitu minyak bumi dan gas bumi. Emisi fugitive pada kategori ini terjadi pada saat kegiatan pengilangan minyak bumi dan gas bumi sehingga data aktivitas yang diperlukan adalah volume produksi kedua jenis bahan bakar tersebut.

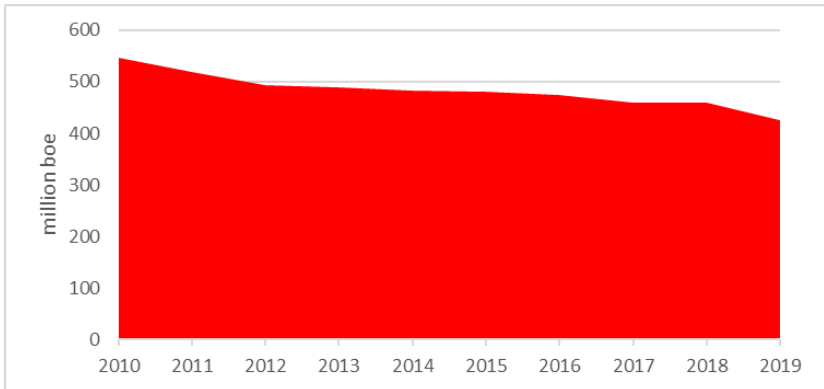


**Gambar 14 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Minyak Bumi**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Produksi minyak bumi pada Tahun 2019 sebanyak 272 juta barrel. Sejak Tahun 2010, produksi minyak bumi mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,11% per Tahun. Penurunan produksi disebabkan oleh harga minyak bumi yang turun selama tiga Tahun terakhir sehingga para pelaku usaha enggan untuk melakukan kegiatan eksplorasi, eksploitasi, dan produksi.

Produksi gas bumi cenderung juga mengalami penurunan dengan rata-rata penurunan sebesar 0,58% per Tahun. Produksi gas bumi pada Tahun 2019 sebanyak 2,71 *Million Standard Cubic Feet* (MMSCF) atau setara dengan 426 juta BOE. Untuk lebih jelasnya, produksi gas bumi dari Tahun ke Tahun dapat dilihat pada Gambar 15.

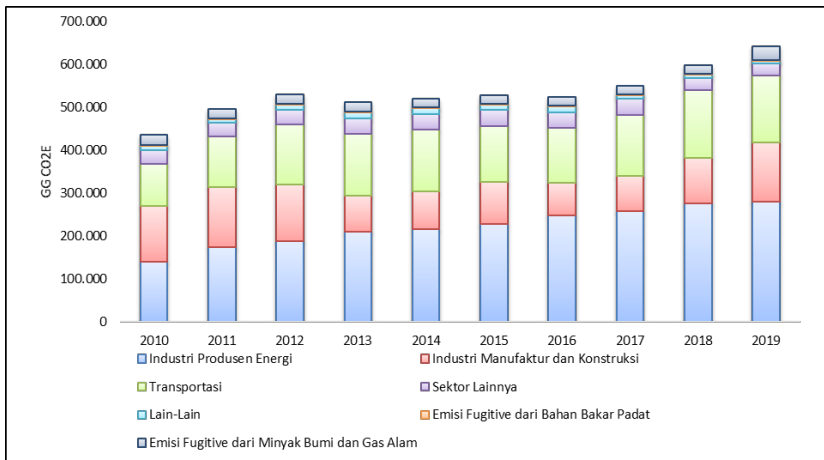


**Gambar 15 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Gas Bumi**  
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

## BAB IV EMISI GRK SEKTOR ENERGI

Perhitungan emisi GRK dilakukan menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume I Tahun 2012. Secara umum, perhitungan emisi GRK dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu kategori sumber emisi dan jenis bahan bakar. Pada uraian dibawah ini merupakan perhitungan emisi dengan menggunakan **Tier 1**.

Perhitungan (Tier 1) melalui pendekatan kategori sumber emisi dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh kategori baik yang berasal dari kegiatan pembakaran bahan bakar maupun yang berupa emisi fugitive, sedangkan perhitungan melalui pendekatan jenis bahan bakar dilakukan untuk semua jenis bahan bakar, yaitu cair padat, dan gas.



**Gambar 16 Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Kategori**

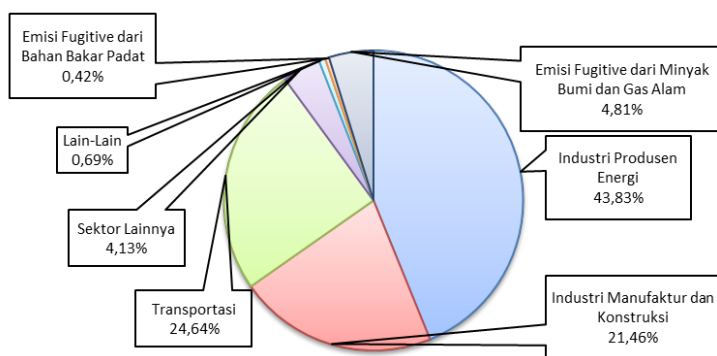
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Emisi GRK yang dikeluarkan oleh sektor energi menurut pendekatan kategori sumber emisi sebanyak 638.452 Gigagram (Gg) CO<sub>2</sub>e pada Tahun 2019. Jika dibandingkan dengan Tahun sebelumnya, emisi pada Tahun 2019 mengalami kenaikan sebesar 7,13%. Namun, secara keseluruhan, emisi pada Tahun 2019 mengalami peningkatan

rata-rata sebesar 4,32% per Tahun. Emisi GRK sektor energi dari Tahun 2010 hingga 2019 berdasarkan pendekatan kategori dapat dilihat pada Gambar 16.

Emisi pada Tahun 2013 mengalami penurunan secara tajam jika dibandingkan dengan Tahun sebelumnya. Hal ini menjadi catatan khusus bagi sektor energi karena pada Tahun 2013 terdapat penurunan data konsumsi batubara pada kategori industri manufaktur dan konstruksi seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya (Konsumsi bahan bakar pada kategori ini mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,79% per Tahun, yang disebabkan oleh adanya perubahan metode pengumpulan data batubara oleh Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara pada Tahun 2013 hingga 2019). Pada Tahun tersebut, tampak seolah-olah terjadi aksi mitigasi yang besar sehingga terjadi penurunan emisi.

Kategori yang paling banyak menyumbang emisi adalah industri produsen energi dengan pangsa sebesar 43,83%. Lalu diikuti oleh transportasi, industri manufaktur dan konstruksi, sektor lainnya, emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam, lain-lain, dan emisi fugitive dari bahan bakar padat. Gambar 17 menunjukkan kontribusi setiap kategori dalam emisi GRK sektor energi Tahun 2019.



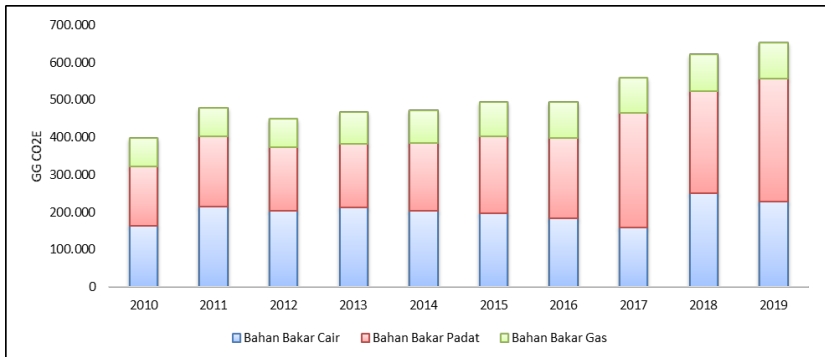
**Gambar 17 Kontribusi Setiap Kategori dalam Emisi GRK Tahun 2019**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

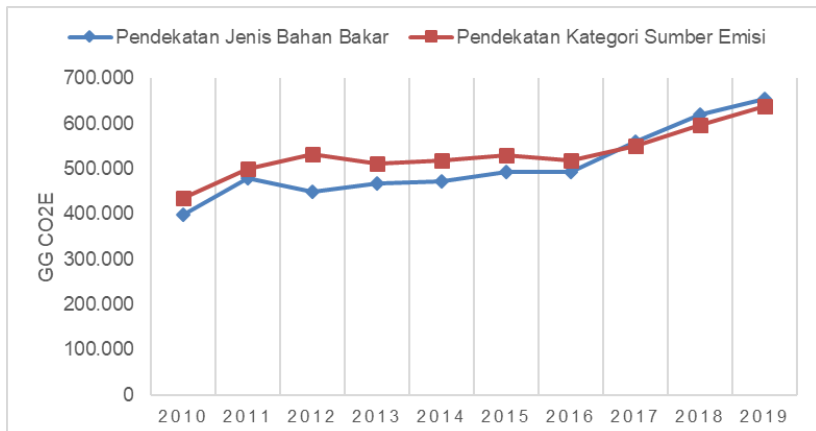
Menurut pendekatan jenis bahan bakar, emisi GRK sektor energi adalah 653.787 Gg CO<sub>2</sub>e pada Tahun 2019. Emisi paling besar dihasilkan oleh bahan bakar padat dengan pangsa sebesar 50,17%,



lalu diikuti oleh bahan bakar cair dan gas. Emisi yang dihasilkan menurut pendekatan ini mengalami peningkatan rata-rata sebesar 5,51% per Tahun. Emisi GRK sektor energi menurut pendekatan jenis bahan bakar ditunjukkan pada Gambar 18.



**Gambar 18 Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar**  
 Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

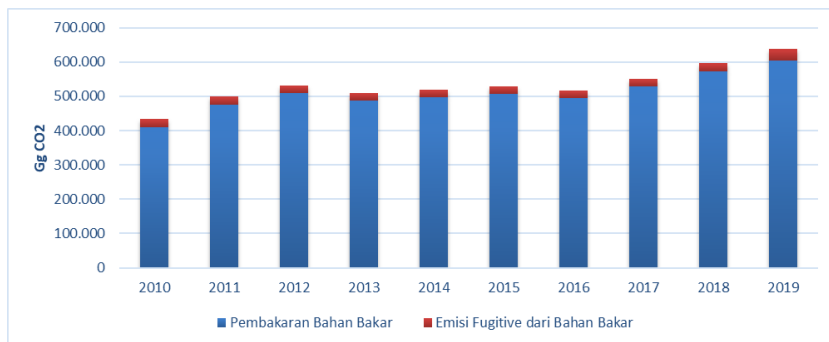


**Gambar 19 Perbandingan Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar dengan Pendekatan Kategori Sumber Emisi**  
 Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Jika dibandingkan, perhitungan emisi melalui kedua pendekatan di atas menghasilkan angka yang berbeda. Namun, hal tersebut diperbolehkan karena cara perhitungannya pun berbeda. Pendekatan dengan jenis bahan bakar menggunakan sistem *top-down*, di mana

perhitungan dilakukan dari sisi pasokan energi primer. Pendekatan dengan kategori sumber emisi menggunakan sistem *bottom-up*, di mana perhitungan dilakukan dari sisi permintaan energi akhir. Perbandingan hasil perhitungan emisi GRK sektor energi menggunakan dua pendekatan dapat dilihat pada Gambar 19.

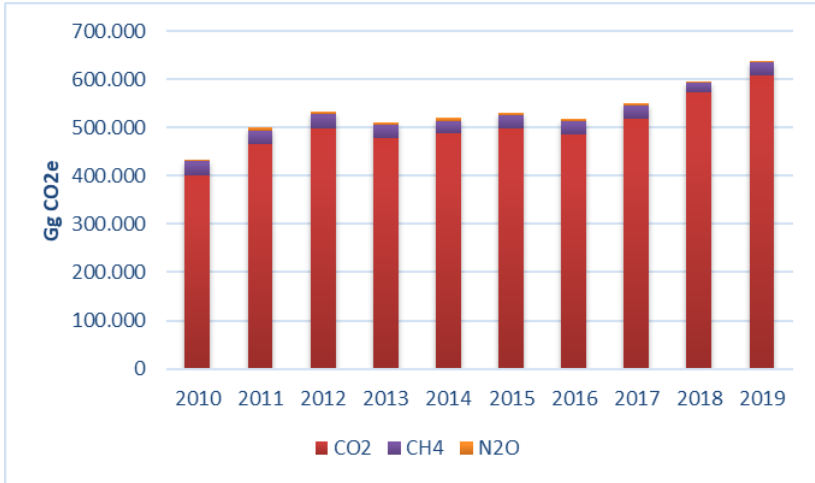
Perhitungan emisi menurut pendekatan kategori sumber emisi yang ditampilkan pada Gambar 16 merupakan gabungan dari semua kategori. Hasil perhitungan tersebut dapat digeneralisasi menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu emisi dari kegiatan pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive dari bahan bakar. Dari Gambar 20, dapat dilihat bahwa emisi yang berasal dari pembakaran bahan bakar sangat besar, yaitu 95,15% dari total emisi pada Tahun 2019.



**Gambar 20 Emisi GRK Berdasarkan Sumbernya**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Selain perhitungan-perhitungan di atas, perhitungan emisi GRK juga dilakukan menurut jenis GRK. Pada sektor energi, jenis GRK yang sangat dominan keberadaannya adalah CO<sub>2</sub> dengan pangsa sebesar 95,13% pada Tahun 2019. Emisi GRK berdasarkan jenis GRK ditunjukkan pada Gambar 21. Emisi CO<sub>2</sub> sebesar 607.368 Gg CO<sub>2</sub>e, CH<sub>4</sub> sebesar 27.181 Gg CO<sub>2</sub>e, dan N<sub>2</sub>O sebesar 3.903 Gg CO<sub>2</sub>e. Secara jumlah total terjadi kenaikan yang cukup signifikan yaitu 7% dari Tahun 2018, hal ini diakibatkan oleh terjadinya peningkatan konsumsi batubara di subsektor industri.



**Gambar 21 Emisi GRK Berdasarkan Jenis GRK**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Berikut ini akan dijelaskan secara rinci emisi GRK untuk setiap kategori sumber emisi.

#### 4.1 Industri Produsen Energi



**Gambar 22 Emisi GRK pada Kategori Industri Produsen Energi**

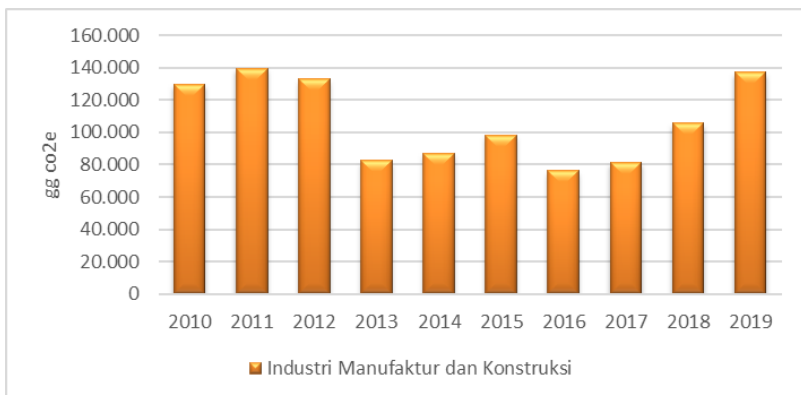
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Emisi yang dihasilkan oleh kategori industri produsen energi pada Tahun 2019 sebanyak 279.863 Gg CO<sub>2</sub>e yang berasal dari tiga subkategori, yaitu pembangkit listrik, kilang minyak, dan pengolahan batubara. Di antara ketiga subkategori tersebut, penyumbang emisi terbesar adalah pembangkit listrik dengan pangsa 97,22%, lalu diikuti oleh kilang minyak dan pengolahan batubara. Emisi pada kategori ini mengalami peningkatan rata-rata sebesar 7,13% per Tahun. Peningkatan emisi yang terjadi berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakarnya, yaitu rata-rata sebesar 4,8% per Tahun. Emisi GRK yang dihasilkan oleh kategori industri produsen energi dari Tahun ke Tahun dapat dilihat pada Gambar 22.

Pada Tahun pelaporan 2019 juga dilakukan inventarisasi emisi subbidang pembangkit listrik melalui pelaporan badan usaha pada aplikasi APPLE Gatrik yang menggunakan tingkat ketelitian hingga Tier-3 dengan nilai emisi CO<sub>2</sub> total sebesar 211,67 Juta ton CO<sub>2</sub>e.

#### 4.2 Industri Manufaktur dan Konstruksi

Industri manufaktur dan konstruksi mengeluarkan emisi pada Tahun 2019 sebanyak 137.040 Gg CO<sub>2</sub>e. Angka ini mengalami kenaikan yang signifikan yaitu sebesar 29,5% dari Tahun 2018, emisi pada kategori ini secara keseluruhan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 4,43% per Tahun. Kenaikan emisi pada kategori industri manufaktur dan konstruksi juga berbanding lurus dengan kenaikan konsumsi bahan bakarnya, yaitu sebesar 30% per Tahun.



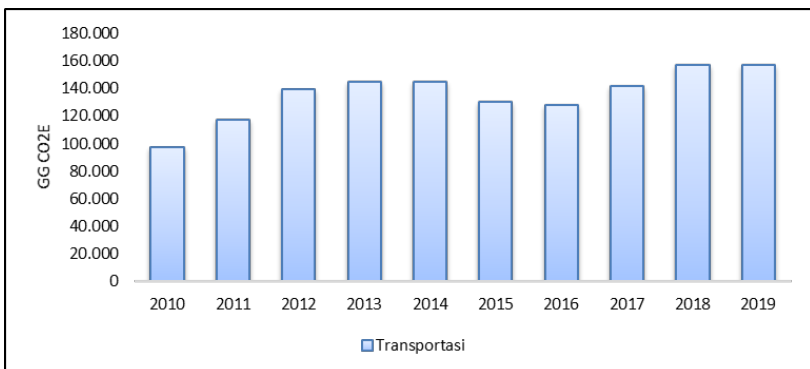
**Gambar 23 Emisi GRK pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Gambar 23 menunjukkan gambaran emisi GRK yang dihasilkan oleh kategori industri manufaktur dan konstruksi. Pada Tahun 2013, terlihat jelas bahwa terjadi penurunan emisi yang signifikan dari Tahun sebelumnya. Seperti yang sudah dijelaskan di awal, penurunan tersebut tidak disebabkan oleh aksi mitigasi, tetapi oleh perubahan metode pengumpulan data batubara.

### 4.3 Transportasi

Pada Tahun 2019, kategori transportasi mengeluarkan emisi sebanyak 157.326 Gg CO<sub>2</sub>e dengan peningkatan rata-rata sebesar 7,17% per Tahun. Peningkatan emisi ini berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakarnya yang mencapai 7,56% per Tahun. Dengan kondisi di atas, kategori transportasi diperkirakan akan menyumbang emisi dalam jumlah besar di masa depan, mengingat kendaraan dengan bahan bakar fosil masih terus diproduksi. Kendaraan listrik dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi emisi pada kategori transportasi. Emisi GRK pada kategori transportasi dapat dilihat pada Gambar 24.

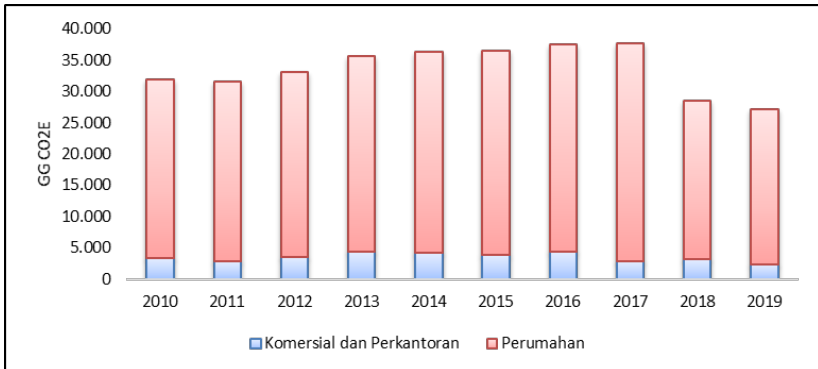


**Gambar 24 Emisi GRK pada Kategori Transportasi**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

#### 4.4 Sektor Lainnya

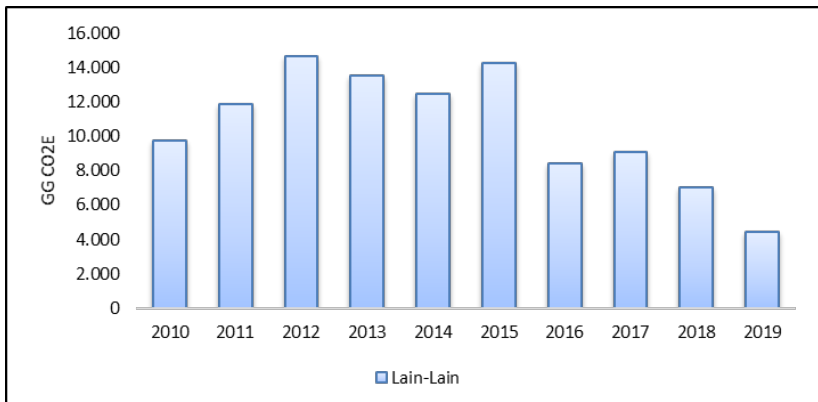
Kategori sektor lainnya yang terdiri atas subkategori komersial dan perkantoran serta perumahan menyumbang emisi pada Tahun 2019 sebanyak 26.382 Gg CO<sub>2</sub>e. Subkategori perumahan memiliki peran besar sebagai penyumbang emisi pada kategori ini, yaitu sebesar 94,29%. Emisi pada kategori sektor lainnya mengalami kenaikan rata-rata sebesar 0,02% per Tahun.



**Gambar 25 Emisi GRK pada Kategori Sektor Lainnya**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

#### 4.5 Lain-lain



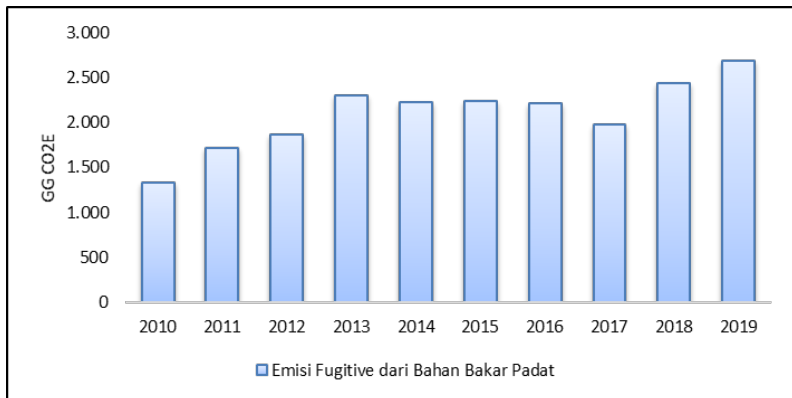
**Gambar 26 Emisi GRK pada Kategori Lain-Lain**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Kategori lain-lain menjadi penyumbang emisi paling kecil dari kegiatan pembakaran bahan bakar. Emisi yang dihasilkan pada Tahun 2019 sebanyak 4.420 Gg CO<sub>2</sub>e dengan kecenderungan mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,63% per Tahun. Penurunan emisi ini disebabkan oleh turunnya konsumsi bahan bakar yang hanya terdiri atas BBM, yaitu rata-rata sebesar 1,27% per Tahun. Emisi GRK pada kategori lain-lain dapat dilihat pada Gambar 26.

#### 4.6 Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat

Emisi fugitive dari bahan bakar padat menyumbang emisi paling kecil dari keseluruhan emisi GRK sektor energi. Pada Tahun 2019, emisi yang dihasilkan sebanyak 2.688 Gg CO<sub>2</sub>e atau sebesar 0,41% dari total emisi. Meskipun kontribusinya paling kecil, tetapi pertumbuhan emisi pada kategori ini dari Tahun ke Tahun adalah yang paling besar, yaitu rata-rata sebesar 8,51% per Tahun. Peningkatan emisi yang terjadi sama persis dengan peningkatan produksi bahan bakarnya, yaitu 8% per Tahun. Gambar 27 menampilkan emisi GRK pada kategori emisi fugitive dari bahan bakar padat.



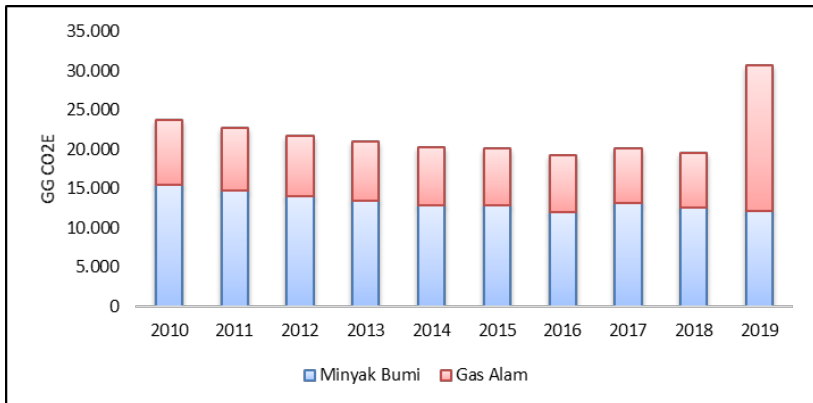
**Gambar 27 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

#### 4.7 Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam

Emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam pada Tahun 2019 menyumbang emisi sebanyak 30.733 Gg CO<sub>2</sub>e dengan

kecenderungan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 3,71% per Tahun. Emisi paling besar pada kategori ini disumbangkan oleh subsektor minyak bumi dengan pangsa sebesar 64,63%. Meskipun produksi gas alam melebihi minyak bumi, emisi yang dihasilkan lebih kecil karena nilai faktor emisi fugitive untuk lebih kecil. Emisi GRK pada kategori emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam dapat dilihat pada Gambar 28.



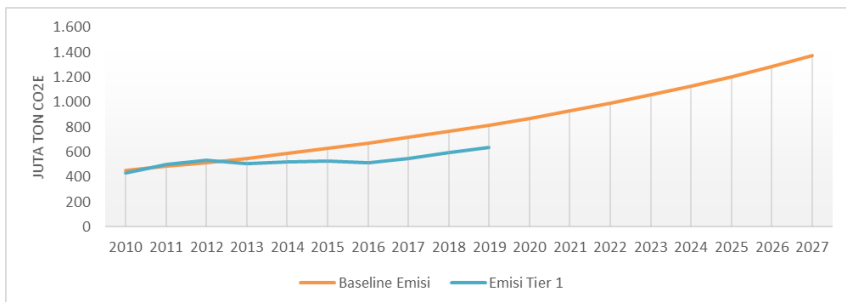
**Gambar 28 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam**

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

#### 4.8 Baseline Emisi Vs Inventarisasi

Gambar 30 menggambarkan perbandingan *baseline* emisi sektor energi Tahun 2010 hingga 2030 dengan hasil inventarisasi emisi sektor energi menggunakan faktor emisi tier 1 hingga Tahun 2019.. Untuk mengetahui nilai ketiga titik tersebut secara jelas, dapat dilihat pada Tabel 4.





**Gambar 29 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi**

Sumber: - Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019  
 - Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

**Tabel 4 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi Tier 1 dan Lokal (Juta Ton CO2e)**

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Baseline Emisi	484	516	551	588	628	670	715	763	815
Emisi Tier 1	499	532	510	519	530	518	550	596	638

Sumber: - Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019  
 - Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2019

Dari tabel di atas, terdapat beberapa informasi yang bisa diperoleh, antara lain

- Perhitungan emisi menggunakan faktor emisi lokal menghasilkan angka yang lebih besar daripada hasil perhitungan emisi menggunakan faktor emisi tier 1.
- Hasil perhitungan emisi pada Tahun 2013 untuk kedua jenis faktor emisi mengalami penurunan tajam jika dibandingkan dengan Tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan metode pengumpulan data konsumsi batubara pada Tahun 2013 dan seterusnya seperti yang telah dijelaskan di awal.
- Penurunan emisi yang diperoleh dengan cara membandingkan *baseline* emisi dengan angka emisi lokal bernilai lebih kecil daripada membandingkan dengan angka emisi tier 1.
- *Baseline* emisi pada Tahun 2010 dengan inventarisasi emisi menggunakan faktor emisi tier 1 pada Tahun yang sama menghasilkan angka yang berbeda. Seharusnya, hasil inventarisasi emisi pada Tahun 2010 menjadi *baseline* emisi sektor energi. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya penambahan struktur pada neraca energi yang terdapat dalam HEESI. Struktur baru yang dimaksud adalah proses transformasi berupa pencampuran BBN (*biofuel blending*). Penambahan

struktur tersebut terjadi pada Tahun 2019, tetapi secara otomatis mengubah keseluruhan angka data aktivitas Tahun 2007 hingga 2019. Sebelum adanya penambahan struktur, *baseline* emisi telah dibuat dan dapat ditinjau kembali setelah lima Tahun.

## BAB V KESIMPULAN

Adapun poin-poin hasil kegiatan Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energi dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil Perhitungan emisi GRK sektor energi berdasarkan kategori sumber emisi (pendekatan sektor) pada Tahun 2019 sebesar 638.452 Gg CO<sub>2</sub>e.
- Penyumbang emisi terbesar secara berturut-turut antara lain industri produsen energi dengan pangsa sebesar 43,83%, transportasi 24,64 %, industri manufaktur dan konstruksi 21,46%, sektor lainnya 4,13%, emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam 4,81%, lain-lain 0,69%, dan emisi fugitive dari bahan bakar padat 0,42%
- Data aktivitas yang digunakan untuk menghitung emisi pada kegiatan pembakaran bahan bakar adalah volume konsumsi bahan bakar, sedangkan data aktivitas pada emisi fugitive dari bahan bakar yaitu volume produksi bahan bakar.
- Perlu meningkatkan inventarisasi data yang lebih detail, seperti disagregasi data di subsektor ACM, pengumpulan data aktivitas untuk kilang LNG dan Pengolahan Batubara, dan disagregasi data konsumsi BBM di sektor transportasi sehingga akan lebih akurat untuk meningkatkan kualitas hasil inventarisasi sehingga dapat memonitoring hasil upaya yang telah dilakukan dalam mitigasi GRK dan mendukung identifikasi pelaksanaan Rencana Aksi Nasional (RAN) GRK.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pusdatin ESDM (2020) *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2020*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- KLHK. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku I: Pedoman Umum*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- KLHK. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional Volume 1: Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Puslitbang Lemigas. 2014. *Kajian Perhitungan Faktor Emisi Lokal pada Jenis Bahan Bakar Minyak*. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Faktor Emisi CO<sub>2</sub>. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.
- Puslitbang Lemigas. 2019. Surat Kepala Puslitbang Lemigas tentang *Usulan Faktor Emisi Nasional Bahan Bakar Gas*. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.
- Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. 2018. *Perhitungan Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Nasional (Specific Country Tier 2) dari Batubara*. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM

# INVENTARISASI EMISI GRK BIDANG ENERGI

Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29% atau 834 juta ton CO<sub>2</sub>e pada Tahun 2030 dari kondisi Business as Usual (BaU). Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebanyak 314 juta ton CO<sub>2</sub>e. Upaya pencapaian target penurunan emisi di sektor energi terus dilakukan melalui pelaksanaan berbagai aksi mitigasi dan inventarisasi GRK secara akurat.