



INVENTARISASI EMISI GRK SEKTOR ENERGI



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

2018

Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energi



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

2018

TIM PENYUSUN

Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energi

Pengarah
Sekretaris Jenderal KESDM

Penanggungjawab
Kepala Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM

Ketua Tim
Kepala Bidang Kajian Strategis

Anggota:

Sunarti
Agus Supriadi
Bambang Edi Prasetyo
Catur Budi Kurniadi
Feri Kurniawan Sunaryo
Yogi Alwendra
Sulistyo Hernawati

Indra Setiadi
Ririn Aprillia
Qisthi Rabbani
Dini Anggreani
Pemi Apriyanita Fajarwati

ISBN : 978-602-0836-32-4

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

Cetakan pertama, Desember 2018

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) 2018, 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.

- 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 2016 pada tanggal 24 Oktober 2016. 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 CO₂e pada Tahun 2030 dari kondisi *Business as Usual* (BaU). Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebanyak 314 juta ton CO₂e. 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 2017 yaitu 550.833 Gg CO₂e. Kategori penyumbang emisi terbesar secara berturut-turut antara lain industri produsen energi (47,04%), transportasi (24,32%), industri manufaktur dan konstruksi (14,5%), sektor lainnya (8,45%). Di dalam kategori industri produsen energi, terdapat subkategori pembangkit listrik sebagai penghasil emisi terbesar.

Perlu dilakukan peninjauan kembali terhadap baseline emisi GRK sektor energi, mengingat terdapat beberapa perubahan pada data aktivitas sektor energi, termasuk data konsumsi batubara dan penambahan struktur pencampuran BBN, sehingga penurunan emisi yang diperoleh menjadi lebih valid.

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 Sistimatika 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	36
4.6 Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat	36
4.7 Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam	37
4.8 Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi Menggunakan Faktor Emisi Lokal	38
BAB V KESIMPULAN	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	44

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 ₂ e)	40

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, 2017	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 2017	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	36
Gambar 27 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat	37
Gambar 28 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam	38
Gambar 29 Perbandingan Emisi GRK Menggunakan Faktor Emisi Tier 1 dan Lokal	39
Gambar 30 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi Tier 1 dan Lokal	40

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 CO₂e untuk seluruh sektor. Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebesar 314 juta ton CO₂e.

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.

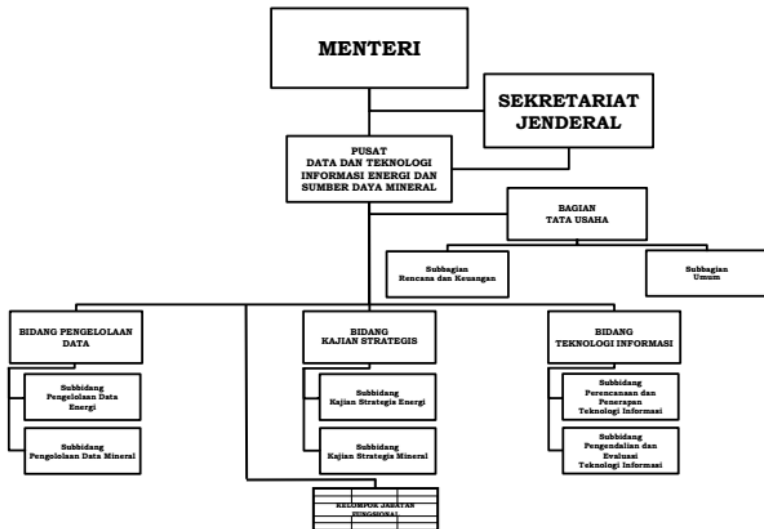
Pasal 4 di atas memberikan kesempatan bagi setiap negara untuk mengembangkan faktor emisi lokal atau *tier 2*. Faktor emisi ini diharapkan mampu menggambarkan kondisi emisi yang sebenarnya dari sebuah negara berdasarkan data aktivitas yang lebih rinci. Di Indonesia, faktor emisi lokal sektor energi telah 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). Dalam melaksanakan tugasnya, Pusdatin ESDM mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 73 Tahun 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.

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 2017.

Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi adalah faktor emisi *tier* 1 dan faktor emisi lokal yang dikeluarkan oleh Puslitbang Tekmira dan LEMIGAS.

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* dan faktor emisi lokal sehingga dapat diketahui perbedaannya.
- 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.

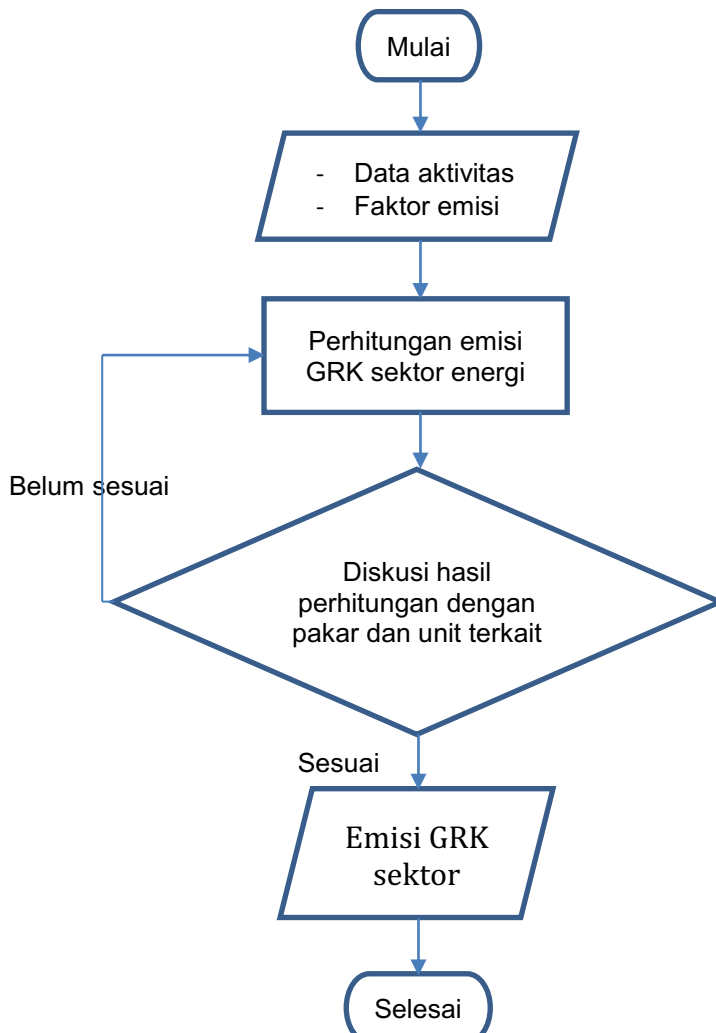
BAB II METODOLOGI

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 CO₂ pada kegiatan penyimpanan CO₂ 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 CO₂ 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) 2018 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 dua tingkat ketelitian perhitungan emisi GRK, yaitu tier 1 dan lokal. Namun, metode perhitungan dengan menggunakan faktor emisi lokal terbatas digunakan pada gas CO₂, sedangkan gas CH₄ dan N₂O masih menggunakan metode perhitungan *Tier 1* dikarenakan belum ada pengembangan faktor emisi untuk kedua jenis gas tersebut di Indonesia. Hasil perhitungan emisi GRK menggunakan faktor emisi yang berbeda dibandingkan untuk diketahui selisihnya dan dampak yang ditimbulkan. Faktor emisi gas CO₂ untuk setiap jenis bahan bakar ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Faktor Emisi Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Tier 1 (kg CO₂/TJ)	Lokal (kg CO₂/TJ)
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</i> (ADO)	74.100	74.433
<i>Industrial Diesel Oil</i> (IDO)	74.100	74.067
<i>Residual Fuel Oil</i> (RFO)	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, 2017
 - Puslitbang Tekmira, 2016

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

1 A 4	Sektor Lainnya	Kereta Api (<i>Railways</i>)
		Angkutan Air
		Transportasi Lainnya
		Komersial dan Perkantoran
1 A 5	Lain-Lain	Perumahan
		Pertanian/ Kehutanan/ Nelayan/ Perikanan
		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 • Penambangan Bawah Tanah • Tambang Terbuka
		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 • Pelepasan (<i>Venting</i>) • Suar Bakar (<i>Flaring</i>) • Lainnya
		b. Gas Bumi • Pelepasan (<i>Venting</i>) • Suar Bakar (<i>Flaring</i>) • Lainnya

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 Sektorial (*Sectoral Approach*) dan Pendekatan Referensi (*Reference Approach*). Pendekatan Sektorial dikenal juga sebagai Pendekatan “*Bottom-Up*” sedangkan Pendekatan Referensi dikenal juga sebagai Pendekatan “*Top-Down*”.

Pada Pendekatan Sektorial 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 sektorial dapat diketahui sektor-sektor yang menghasilkan banyak emisi GRK sehingga pendekatan secara sektorial 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 Sektorial. 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 Sektorial. Dengan kata lain, bila inventarisasi dengan Pendekatan Sektorial dilakukan dengan baik maka hasil perhitungan emisi pembakaran bahan bakar menurut Pendekatan Sektorial 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 LHK, dan BPPT. 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.

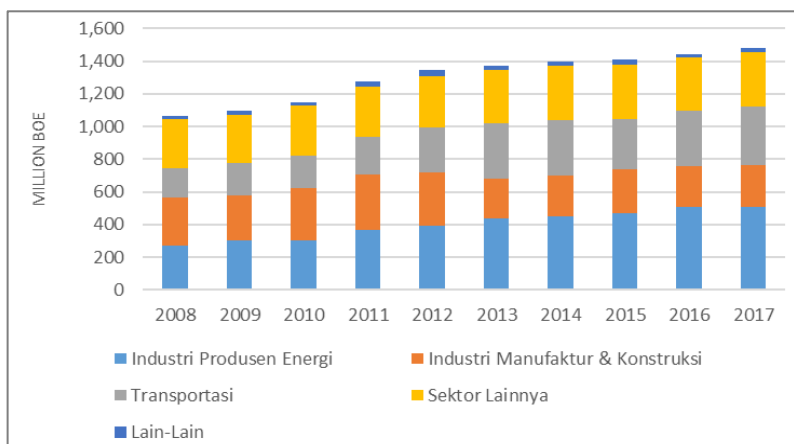
2.4 Finalisasi Hasil Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi

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, 2017

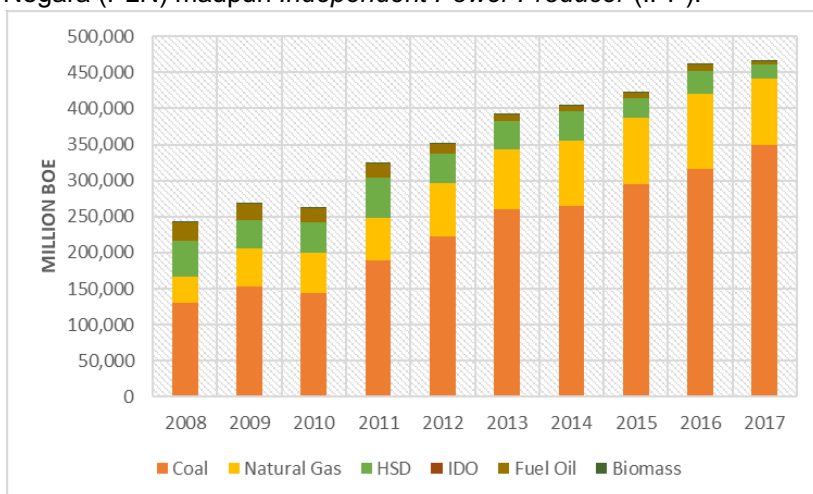
Konsumsi bahan bakar pada kegiatan ini sebanyak 1.479 juta *Barrel of Oil Equivalent* (BOE) pada Tahun 2017. Konsumsi tersebut mengalami peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 3,34% per Tahun. Kategori yang paling banyak mengonsumsi bahan bakar adalah industri produsen energi dengan pangsa sebesar 34,46%. 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

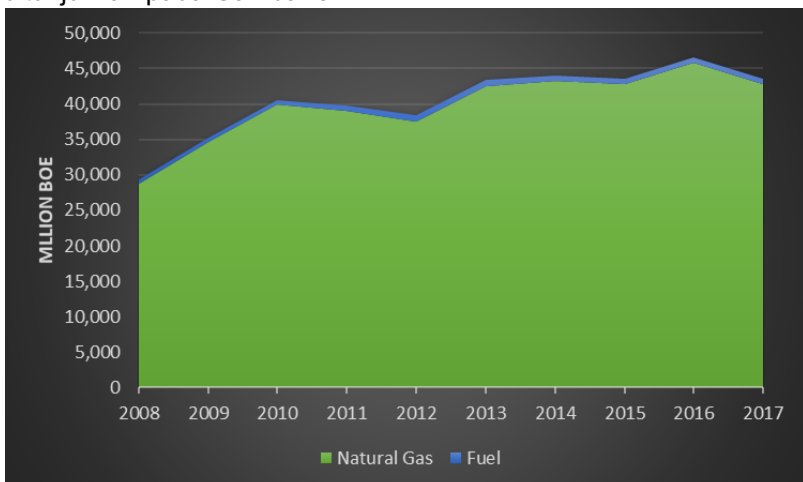
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Konsumsi bahan bakar untuk subkategori pembangkit listrik pada Tahun 2017 adalah 466 juta BOE data ini merupakan data penjualan batubara untuk alokasi penjualan dalam negeri. Angka ini mengalami

peningkatan sejak Tahun 2007 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 7,04% per Tahun. Konsumsi bahan bakar didominasi oleh batubara sejak Tahun 2007 hingga 2017, dengan pangsa sebesar 56,63% menjadi 74,81%. 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.

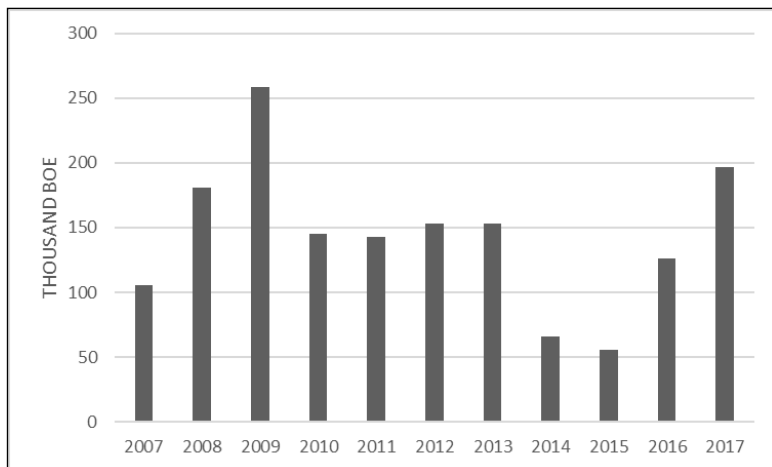
Konsumsi bahan bakar untuk subkategori kilang minyak pada Tahun 2017 adalah 43 juta BOE dengan pangsa gas alam paling besar, yaitu 98,22%. Konsumsi tersebut mengalami penurunan sebesar 6,41% jika dibandingkan dengan konsumsi pada Tahun 2016. Secara lebih jelas, konsumsi bahan bakar pada subkategori kilang minyak ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Kilang Minyak

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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 2017 adalah 197 ribu BOE. Jika dilihat pada Gambar 6, volume batubara yang digunakan pada proses pengolahan sejak Tahun 2008 hingga 2017 fluktuatif. Namun, secara keseluruhan, volume tersebut meningkat rata-rata sebesar 15% per Tahun.



Gambar 6 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pengolahan Batubara

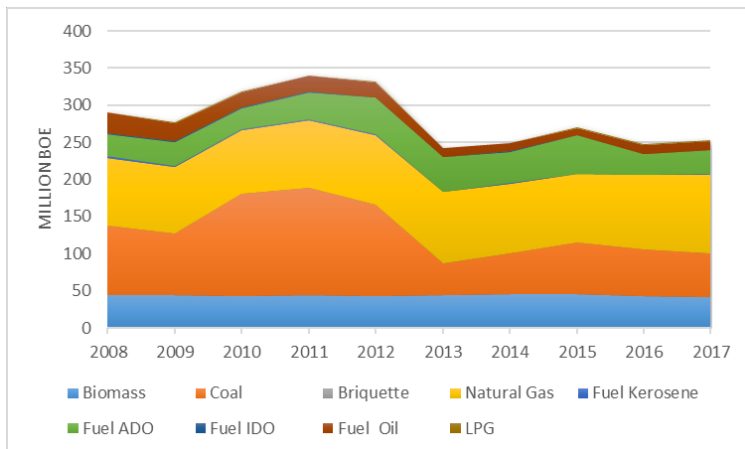
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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 2017 adalah 253 juta BOE dengan pangsa gas alam paling besar, yaitu

41,80%. Konsumsi bahan bakar pada kategori ini mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,79% per Tahun. Penurunan ini disebabkan oleh adanya perubahan metode pengumpulan data batubara oleh Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara pada Tahun 2013 hingga 2017. Perubahan tersebut mengakibatkan data konsumsi batubara dengan metode pengumpulan baru menjadi lebih kecil dan tampak seolah-olah terjadi penurunan konsumsi serta menempatkan kategori industri manufaktur dan konstruksi pada urutan keempat kategori dengan konsumsi bahan bakar terbesar.



Gambar 7 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

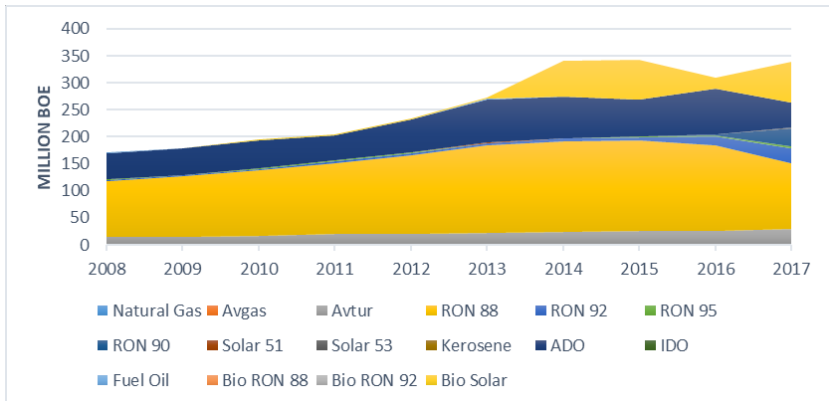
3.1.3 Transportasi

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 2017 adalah 282 juta BOE dengan pangsa BBM paling besar, yaitu 99,97%. Konsumsi pada kategori ini cenderung mengalami peningkatan setiap Tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,16% 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.



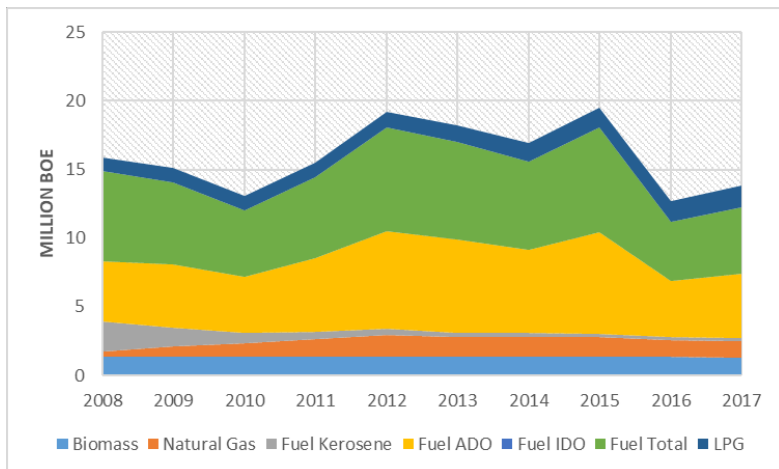
Gambar 8 Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Transportasi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

3.1.4 Sektor Lainnya

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

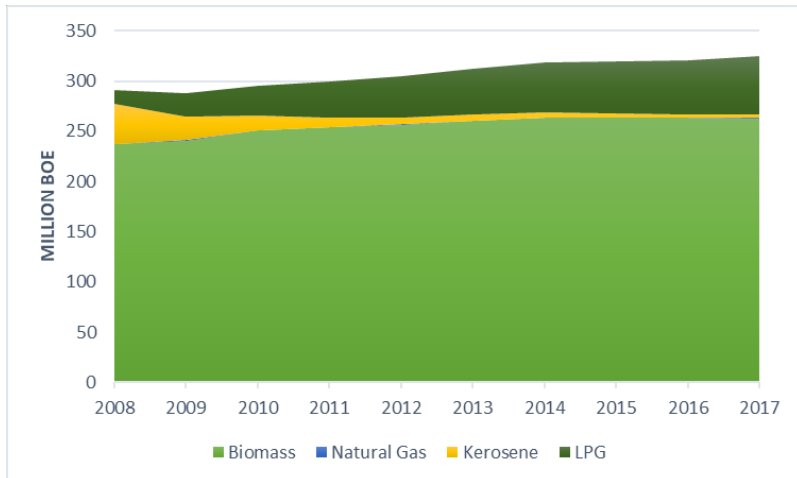
Data aktivitas yang digunakan dalam perhitungan emisi GRK pada subkategori komersial dan perkantoran adalah volume konsumsi bahan bakar pada subkategori tersebut. Konsumsi bahan bakar untuk subkategori komersial dan perumahan pada Tahun 2017 adalah 9 juta BOE. Sebagian besar bahan bakar yang dikonsumsi yaitu BBM dengan pangsa di Tahun 2017 sebesar 53,8%. Volume konsumsi bahan bakar sejak Tahun 2008 hingga 2016 mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,02% 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, 2017

Selain subkategori komersial dan perumahan, terdapat subkategori perumahan di dalam kategori sektor lainnya. Subkategori perumahan mengonsumsi bahan bakar pada Tahun 2016 sebanyak 321 juta BOE dengan pangsa biomassa paling besar, yaitu 82,09%. Konsumsi bahan bakar untuk subkategori ini cenderung stabil dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 1,02% per Tahun.



Gambar 10 Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Perumahan

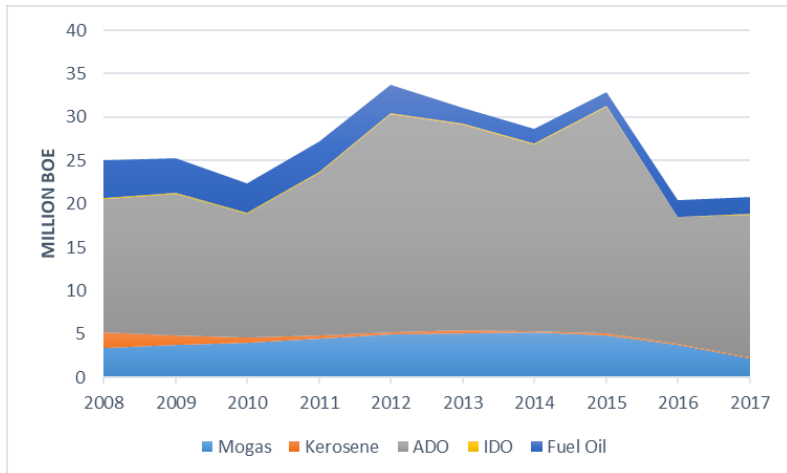
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Gambar 10 menunjukkan adanya pergantian konsumsi dari minyak tanah ke LPG pada Tahun 2008. 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

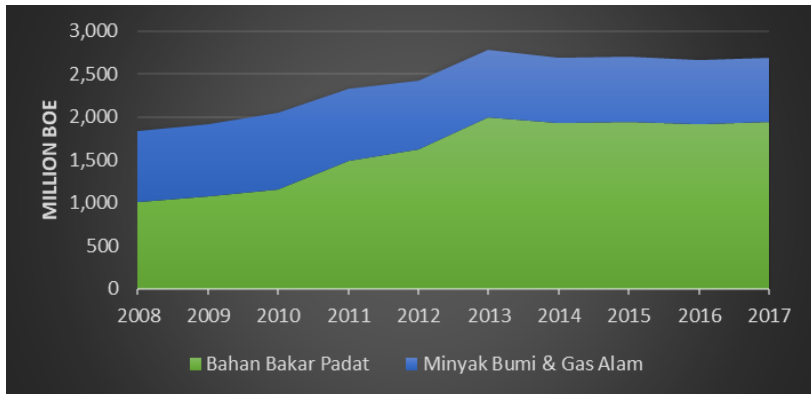
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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 2017 sebanyak 21 juta BOE dengan kecenderungan mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,27% per Tahun. Jenis BBM yang paling banyak dikonsumsi adalah minyak solar dengan pangsa sebesar 79,06% di Tahun 2017.

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, 2017

Produksi bahan bakar pada sumber emisi fugitive sebanyak 2.689 juta BOE dengan kecenderungan meningkat rata-rata sebesar 4,73% per Tahun. Pangsa bahan bakar padat lebih besar daripada minyak bumi dan gas alam, yaitu 72,04%. Data produksi ini akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi final selama bahan bakar fosil di atas masih ada.

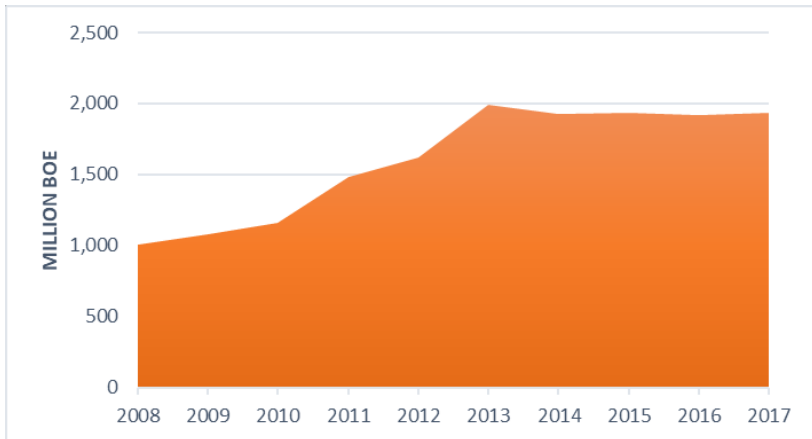
Selanjutnya, akan dijelaskan secara rinci mengenai data aktivitas untuk setiap kategori/subkategori.

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 2017 sebanyak 461 juta ton atau setara dengan 1.937 juta BOE. Produksi batubara cenderung mengalami peningkatan sejak Tahun 2008 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,26% per Tahun. Secara lebih jelas, produksi bahan bakar pada kategori bahan bakar padat ditunjukkan pada Gambar 13.

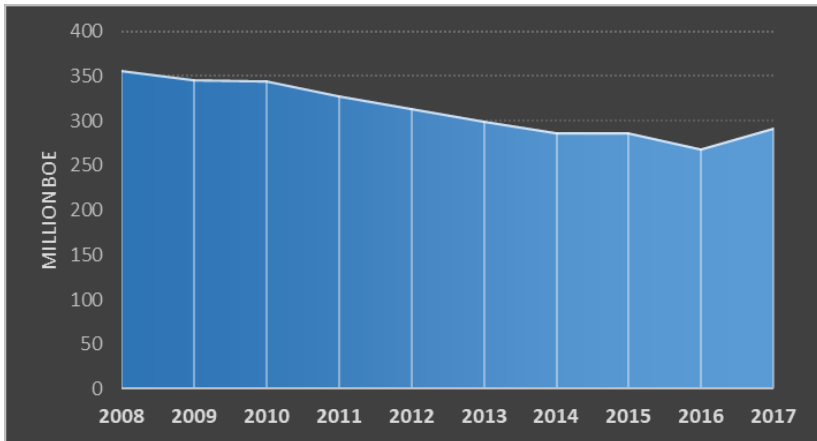


Gambar 13 Produksi Bahan Bakar pada Kategori Bahan Bakar Padat

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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.

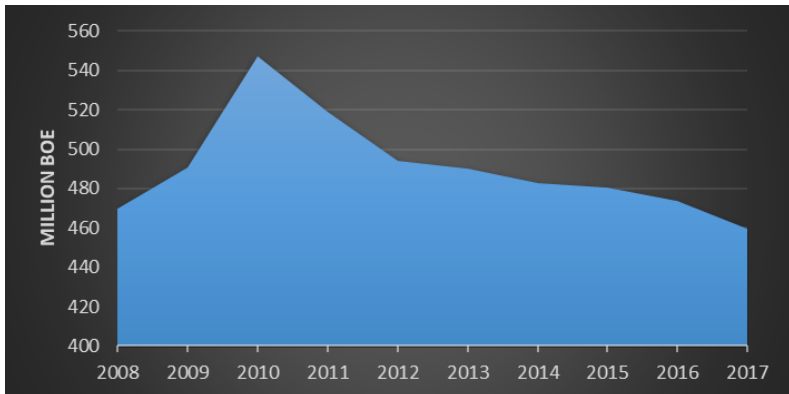


Gambar 14 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Minyak Bumi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Produksi minyak bumi pada Tahun 2017 sebanyak 292 juta barrel. Sejak Tahun 2008, produksi minyak bumi mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,12% 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.

Berbeda dengan minyak bumi, produksi gas bumi cenderung stabil dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0,14% per Tahun. Produksi gas bumi pada Tahun 2017 sebanyak 3 *Million Standard Cubic Feet* (MMSCF) atau setara dengan 459 juta BOE. Untuk lebih jelasnya, produksi gas bumi dari Tahun ke Tahun dapat dilihat pada Gambar 15.



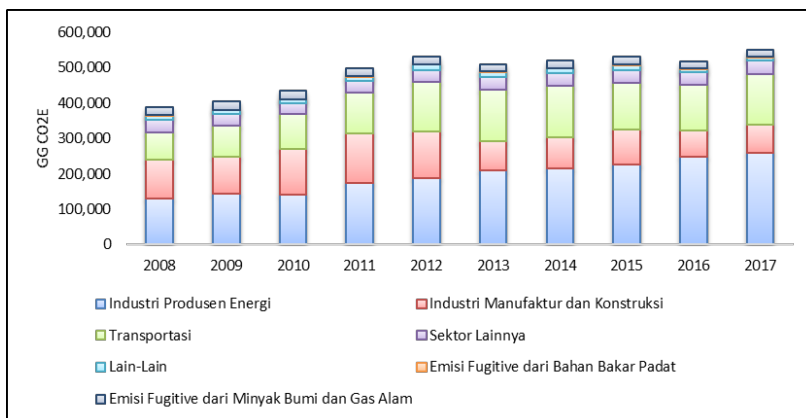
Gambar 15 Produksi Bahan Bakar pada Subkategori Gas Bumi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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

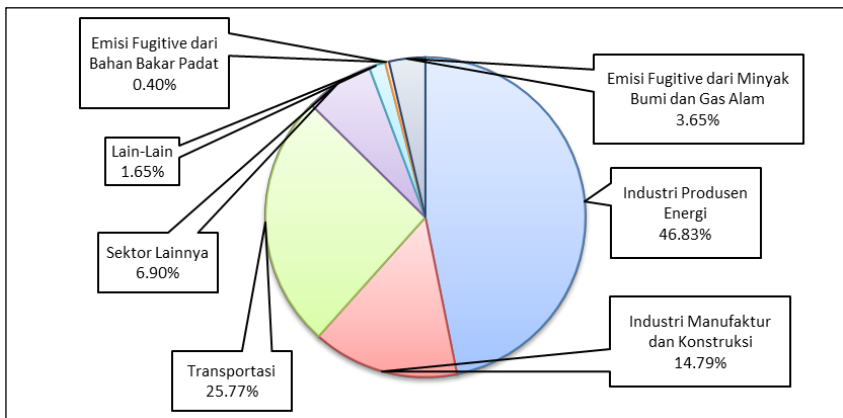
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Emisi GRK yang dikeluarkan oleh sektor energi menurut pendekatan kategori sumber emisi sebanyak 550.833 Gigagram (Gg) CO₂e pada Tahun 2017. Jika dibandingkan dengan Tahun sebelumnya, emisi pada Tahun 2017 mengalami kenaikan sebesar 6,49%. Namun, secara keseluruhan, emisi pada Tahun 2017 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 3,37% per Tahun. Emisi GRK sektor energi dari

Tahun 2008 hingga 2016 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 2017). 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 46,83%. 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 2016.

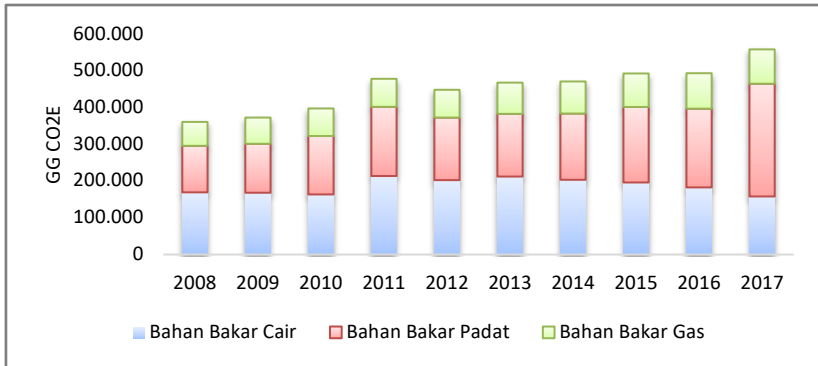


Gambar 17 Kontribusi Setiap Kategori dalam Emisi GRK Tahun 2017

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

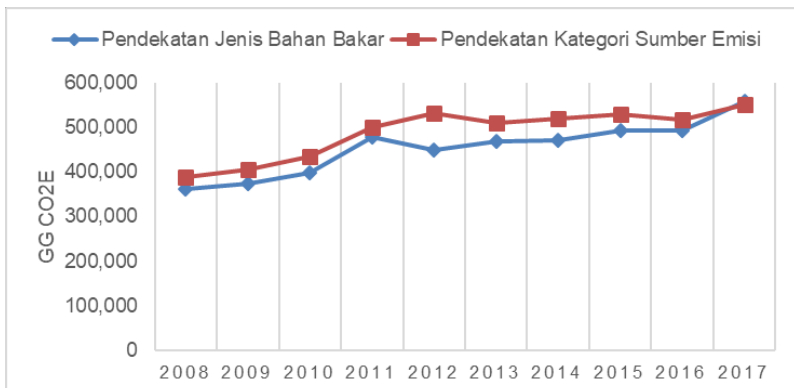
Menurut pendekatan jenis bahan bakar, emisi GRK sektor energi adalah 559.025 Gg CO₂e pada Tahun 2017. Emisi paling besar dihasilkan oleh bahan bakar padat dengan pangsa sebesar 54,95%,

lalu diikuti oleh bahan bakar cair dan gas. Emisi yang dihasilkan menurut pendekatan ini mengalami peningkatan rata-rata sebesar 5,21% 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, 2017



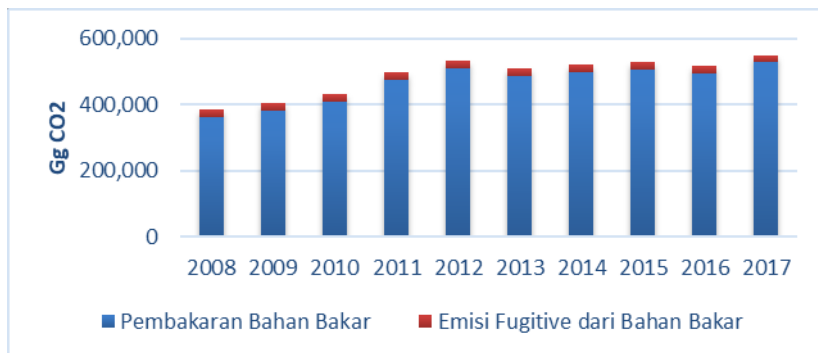
Gambar 19 Perbandingan Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar dengan Pendekatan Kategori Sumber Emisi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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.

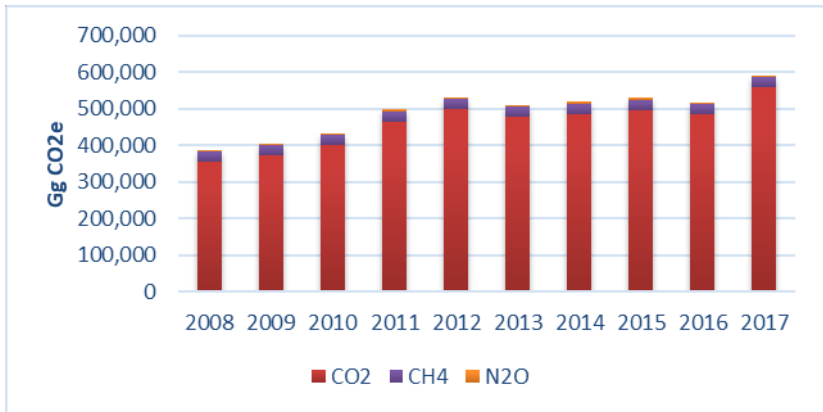
Perhitungan emisi menurut pendekatan kategori sumber emisi yang ditampilkan pada Gambar 16 merupakan gabungan dari semua kategori. Hasil perhitungan tersebut dapat digeneralisasi menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu emisi dari kegiatan pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive dari bahan bakar. Dari Gambar 20, dapat dilihat bahwa emisi yang berasal dari pembakaran bahan bakar sangat besar, yaitu 95,95% dari total emisi pada Tahun 2017.



Gambar 20 Emisi GRK Berdasarkan Sumbernya

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Selain perhitungan-perhitungan di atas, perhitungan emisi GRK juga dilakukan menurut jenis GRK. Pada sektor energi, jenis GRK yang sangat dominan keberadaannya adalah CO₂ dengan pangsa sebesar 93,55% pada Tahun 2017. Emisi GRK berdasarkan jenis GRK ditunjukkan pada Gambar 21. Emisi CO₂ sebesar 559.025 Gg CO₂e, CH₄ sebesar 26.993 Gg CO₂e, dan N₂O sebesar 5.588 Gg CO₂e. Secara jumlah total terjadi kenaikan yang cukup signifikan yaitu 13,41% dari Tahun 2016, hal ini diakibatkan oleh terjadinya peningkatan produksi batu bara pada Tahun 2017 dan *updating* nilai konversi batu bara yang digunakan.



Gambar 21 Emisi GRK Berdasarkan Jenis GRK

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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

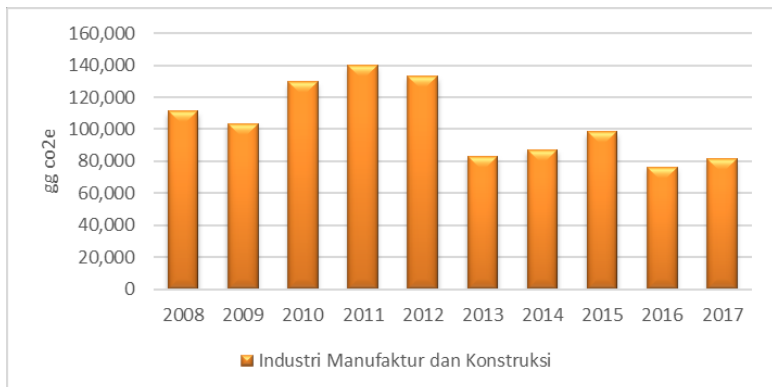
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Emisi yang dihasilkan oleh kategori industri produsen energi pada Tahun 2017 sebanyak 258.078 Gg CO₂e 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 94,42%, lalu diikuti oleh kilang minyak dan pengolahan batubara. Emisi pada kategori ini mengalami peningkatan rata-rata sebesar 7,39% per Tahun. Peningkatan emisi yang terjadi berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakarnya, yaitu rata-rata sebesar 6,79% per Tahun. Emisi GRK yang dihasilkan oleh kategori industri produsen energi dari Tahun ke Tahun dapat dilihat pada Gambar 22.

4.2 Industri Manufaktur dan Konstruksi

Industri manufaktur dan konstruksi mengeluarkan emisi pada Tahun 2017 sebanyak 81.526 Gg CO₂e. Angka ini mengalami kenaikan sebesar 6,91%, emisi pada kategori ini secara keseluruhan mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,48% per Tahun. Hampir sama dengan kategori industri produsen energi, penurunan emisi pada kategori industri manufaktur dan konstruksi juga berbanding lurus dengan penurunan konsumsi bahan bakarnya, yaitu sebesar 1,38% per Tahun.



Gambar 23 Emisi GRK pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi

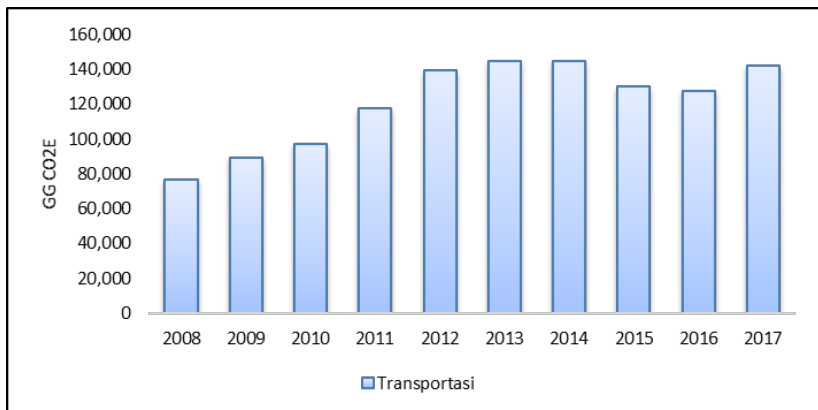
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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 2017, kategori transportasi mengeluarkan emisi sebanyak 142.036 Gg CO₂e dengan peningkatan rata-rata sebesar 7,13% per Tahun. Peningkatan emisi ini berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakarnya yang mencapai 8,16% 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.

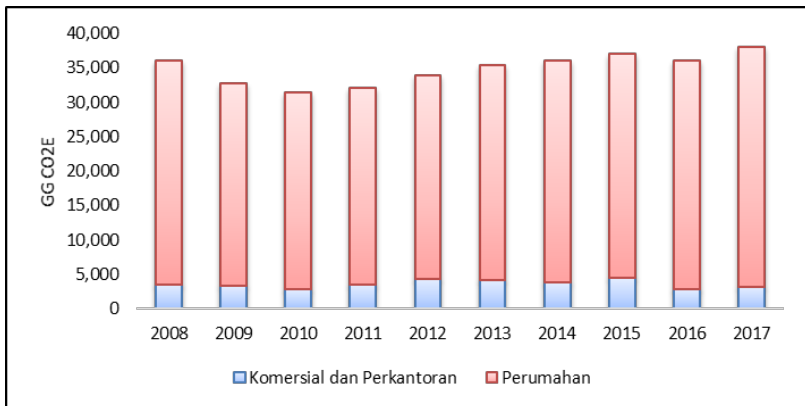


Gambar 24 Emisi GRK pada Kategori Transportasi

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

4.4 Sektor Lainnya

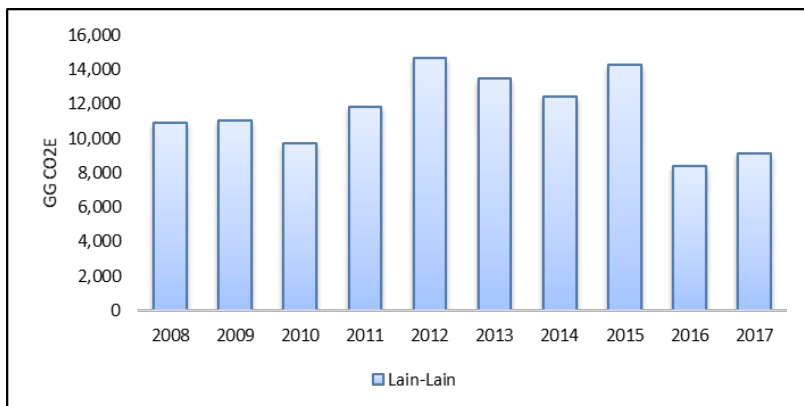
Kategori sektor lainnya yang terdiri atas subkategori komersial dan perkantoran serta perumahan menyumbang emisi pada Tahun 2017 sebanyak 38.453 Gg CO₂e. Subkategori perumahan memiliki peran besar sebagai penyumbang emisi pada kategori ini, yaitu sebesar 90,39%. Emisi pada kategori sektor lainnya mengalami kenaikan rata-rata sebesar 0,02% per Tahun. Hal ini agak sedikit berbeda dengan konsumsi bahan bakarnya yang cenderung mengalami peningkatan meskipun tidak signifikan, yaitu 0,99% per Tahun.



Gambar 25 Emisi GRK pada Kategori Sektor Lainnya

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

4.5 Lain-lain



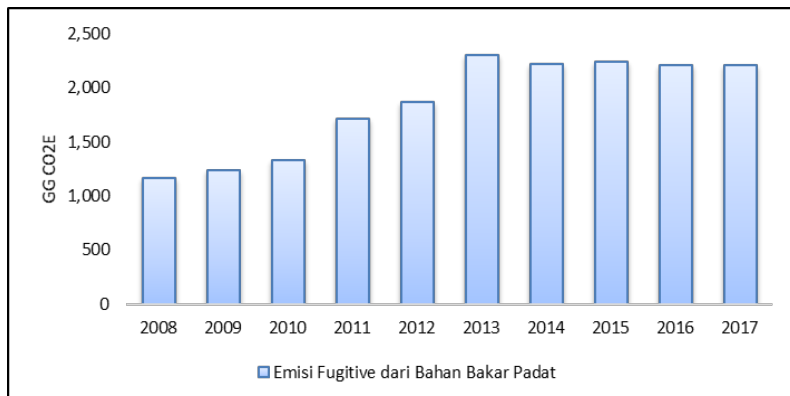
Gambar 26 Emisi GRK pada Kategori Lain-Lain

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Kategori lain-lain menjadi penyumbang emisi paling kecil dari kegiatan pembakaran bahan bakar. Emisi yang dihasilkan pada Tahun 2017 sebanyak 9.9094 Gg CO₂e dengan kecenderungan mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,04% per Tahun. Penurunan emisi ini disebabkan oleh turunnya konsumsi bahan bakar yang hanya terdiri atas BBM, yaitu rata-rata sebesar 0,27% 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 2017, emisi yang dihasilkan sebanyak 2.212 Gg CO₂e atau sebesar 0,43% 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 7,98% per Tahun. Peningkatan emisi yang terjadi sama persis dengan peningkatan produksi bahan bakarnya, yaitu 7,98% per Tahun. Gambar 27 menampilkan emisi GRK pada kategori emisi fugitive dari bahan bakar padat.

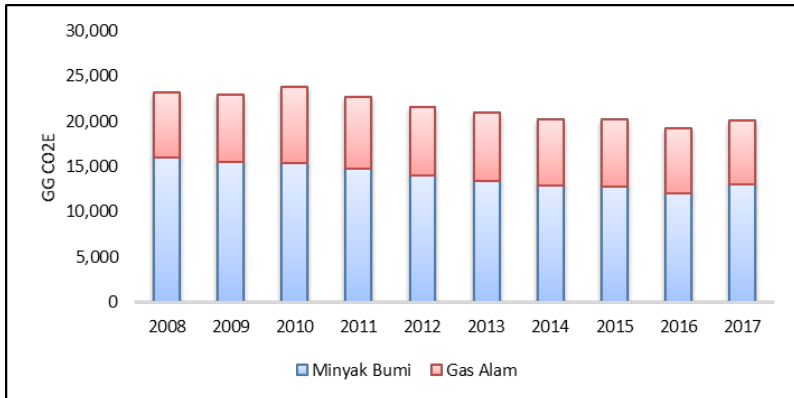


Gambar 27 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

4.7 Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam

Emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam pada Tahun 2017 menyumbang emisi sebanyak 20.114 Gg CO₂e dengan kecenderungan mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,12% per Tahun. Emisi paling besar pada kategori ini disumbangkan oleh subsektor minyak bumi dengan pangsa sebesar 65,05%. Meskipun produksi gas alam melebihi minyak bumi, emisi yang dihasilkan lebih kecil karena nilai faktor emisi emisi fugitive untuk lebih kecil. Emisi GRK pada kategori emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam dapat dilihat pada Gambar 28.



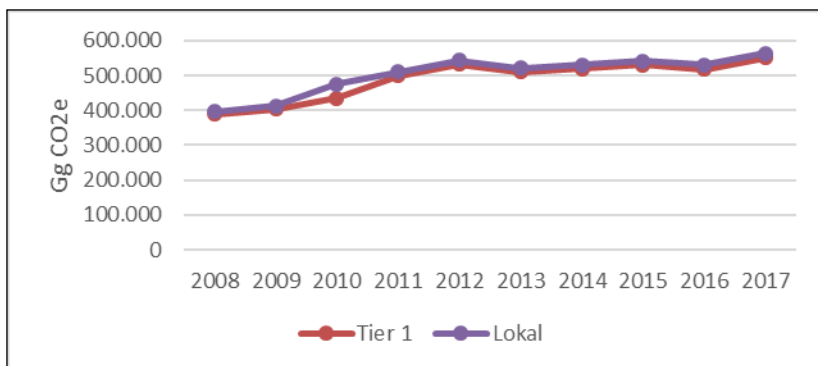
Gambar 28 Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

4.8 Perhitungan Emisi GRK Sektor Energi Menggunakan Faktor Emisi Lokal

Perhitungan-perhitungan yang dilakukan sebelumnya merupakan perhitungan pada kondisi *Business as Usual* (BaU) menggunakan faktor emisi tier 1. Selain pada kondisi BaU, perhitungan emisi juga dilakukan pada skenario lain, yaitu penggunaan faktor emisi lokal yang diterbitkan oleh Puslitbang Tekmira dan LEMIGAS. Skenario ini dipilih untuk mengetahui kondisi emisi negara Indonesia yang sebenarnya melalui penggunaan faktor emisi *specific country*.

Perhitungan emisi menggunakan faktor emisi lokal dilakukan pada pendekatan kategori. Seluruh faktor emisi tier 1 yang digunakan pada perhitungan sebelumnya digantikan oleh faktor emisi lokal yang tersedia pada tabel 1. Gambar 29 menampilkan hasil perhitungan emisi GRK yang menggunakan faktor emisi lokal dan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang menggunakan faktor emisi tier 1.



Gambar 29 Perbandingan Emisi GRK Menggunakan Faktor Emisi Tier 1 dan Lokal

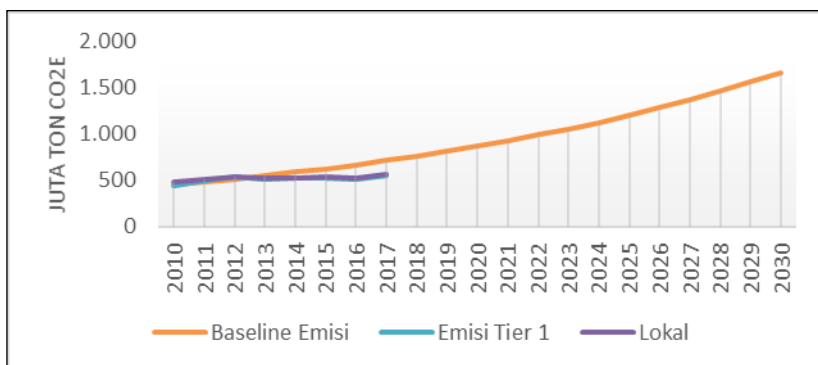
Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

Emisi GRK yang dihitung menggunakan faktor emisi lokal menghasilkan angka sebesar 564.476 Gg CO₂e pada Tahun 2017. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan faktor emisi tier 2 dapat menaikkan angka emisi karena nilai faktor emisinya yang lebih besar, dengan selisih sebesar 13.371 Gg CO₂e. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar di Indonesia, baik berupa cair, padat, maupun gas, lebih rendah daripada kualitas rata-rata bahan bakar internasional karena nilai faktor emisinya yang lebih besar. Kondisi ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah untuk meningkatkan kualitas bahan bakar yang ada di Indonesia untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan.

Penggunaan faktor emisi lokal dalam perhitungan emisi GRK sektor energi berdampak juga terhadap pencapaian target penurunan emisinya. Untuk menghitung penurunan emisi melalui hasil inventarisasi emisi, diperlukan *baseline* emisi. *Baseline* emisi yang tercantum dalam NDC masih menggunakan faktor emisi tier 1 sehingga tidak akan seimbang jika dibandingkan dengan hasil perhitungan emisi yang menggunakan faktor emisi lokal.

Gambar 30 menggambarkan perbandingan *baseline* emisi sektor energi Tahun 2010 hingga 2030 dengan hasil inventarisasi emisi sektor energi menggunakan faktor emisi tier 1 dan lokal Tahun 2010 hingga 2017. Dari gambar, dapat dilihat bahwa ketiga titik pada tiga Tahun pertama menempel, sedangkan pada Tahun 2013 dan

seterusnya terlihat perbedaan letak ketiga titik. Untuk mengetahui nilai ketiga titik tersebut secara jelas, dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 30 Perbandingan Baseline Emisi dengan Inventarisasi Emisi Tier 1 dan Lokal

Sumber: - Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017
- Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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

Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Baseline Emisi	453	484	516	551	588	628	670	715
Emisi Tier 1	434	499	532	510	519	530	518	550
Lokal	476	510	544	522	531	543	530	564

Sumber: - Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017
- Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2017

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 2017, tetapi secara otomatis mengubah keseluruhan angka data aktivitas Tahun 2007 hingga 2017. Sebelum adanya penambahan struktur, *baseline* emisi telah dibuat dan dapat ditinjau kembali setelah lima Tahun.

Informasi-informasi di atas merupakan dampak yang terjadi dari penggunaan faktor emisi lokal dalam perhitungan emisi GRK. Dampak tersebut tidak perlu menjadi bahan perdebatan karena IPCC mengarahkan setiap negara untuk menggunakan faktor emisi yang dikembangkan oleh negara masing-masing. Jika ingin menggunakan faktor emisi lokal, maka terdapat konsekuensi berupa penyesuaian terhadap hal-hal lain yang terkait.

BAB V KESIMPULAN

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

- Hasil Perhitungan emisi GRK sektor energi berdasarkan kategori sumber emisi (pendekatan sektor) pada Tahun 2017 sebesar 550.833 Gg CO₂e.
- Penyumbang emisi terbesar secara berturut-turut antara lain industri produsen energi dengan pangsa sebesar 46,83%, transportasi 25,77 %, industri manufaktur dan konstruksi 14,79%, sektor lainnya 6,90%, emisi fugitive dari minyak bumi dan gas alam 3,65%, lain-lain 1,65%, dan emisi fugitive dari bahan bakar padat 0,40%
- 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 dan 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 (2018) *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2018*, 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 CO₂. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.
- Puslitbang Lemigas. 2017. Surat Kepala Puslitbang Lemigas tentang *Usulan Faktor Emisi Nasional Bahan Bakar Gas*. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.
- Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. 2016. *Perhitungan Faktor Emisi CO₂ Nasional (Specific Country Tier 2) dari Batubara*. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM

LAMPIRAN

1. Konsumsi Bahan Bakar per Kategori (Juta BOE)

Tahun	Industri Produsen Energi	Industri Manufaktur dan Konstruksi	Transportasi	Sektor Lainnya	Lain- Lain	Total
2008	271	291	180	301	25	1,067
2009	304	276	195	297	25	1,097
2010	302	318	204	304	22	1,149
2011	364	340	234	309	27	1,274
2012	389	331	273	317	34	1,344
2013	435	243	341	324	31	1,374
2014	448	249	343	329	29	1,398
2015	466	270	309	331	33	1,409
2016	508	247	339	329	20	1,444
2017	510	253	362	334	21	1,479

Catatan: Tidak termasuk dengan *non energy use* pada *natural gas* dan *other petroleum product*.

2. Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pembangkit Listrik (Juta BOE)

Tahun	Coal	Natural Gas	HSD	IDO	FO	Biomass	Total
2008	130	36	50	0	25	0	242
2009	154	52	39	0	23	0	268
2010	145	55	43	0	19	0	261
2011	189	59	56	0	20	0	324
2012	222	74	42	0	12	0	351
2013	260	83	40	0	9	0	392
2014	265	91	40	0	9	0	404
2015	294	93	28	0	7	0	422
2016	317	103	31	0	10	0	462
2017	349	93	19	0	5	0	466

3. Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Kilang Minyak (Juta BOE)

Tahun	Natural Gas	Fuel	Total
2008	29	1	29
2009	35	1	35
2010	40	1	41
2011	39	1	40
2012	38	1	38
2013	43	1	43
2014	43	1	44
2015	43	1	44
2016	46	1	46
2017	43	1	44

4. Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Pengolahan Batubara (Ribu BOE)

Tahun	Coal
2008	181
2009	258
2010	145
2011	143
2012	153
2013	153
2014	66
2015	55
2016	126
2017	197

5. Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi (Juta BOE)

Tahun	Biomass	Coal	Briquette	Natural Gas	Kerosene	ADO	IDO	FO	LPG	Total
2008	44	94	0	90	3	30	1	27	1	291
2009	45	83	0	89	2	32	1	25	1	276
2010	43	137	0	86	1	28	1	21	1	318
2011	44	145	0	91	1	37	1	22	1	340
2012	43	123	0	94	0	50	1	20	1	331
2013	44	43	0	95	0	47	0	12	1	243
2014	45	55	0	94	0	42	0	11	1	249
2015	45	70	0	92	0	52	0	10	1	270
2016	42	64	0	100	0	28	0	12	1	247
2017	42	59	0	106	0	32	1	12	1	253

6. Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Transportasi (Juta BOE)

Tahun	Natural Gas	Avgas	Avtur	RON 88	RON 92	RON 95	RON 90	Solar 51	Solar 53	Kerosene	ADO	IDO	FO	Bio RON 88	Bio RON 92	Bio Solar	Total
2008	0	0	16	111	2	1	0	0	0	0	49	0	1	0	0	0	180
2009	0	0	16	121	3	1	0	0	0	0	53	0	0	0	0	1	195
2010	0	0	21	130	4	1	0	0	0	0	46	0	0	0	0	1	204
2011	0	0	21	144	4	2	0	0	0	0	60	0	0	0	0	2	234
2012	0	0	23	161	4	1	0	0	0	0	81	0	0	0	0	3	273
2013	0	0	24	167	5	1	0	0	0	0	77	0	0	0	0	67	341
2014	0	0	25	168	6	1	0	0	0	0	69	0	0	0	0	73	343
2015	0	0	26	159	16	2	2	0	0	0	84	0	0	0	0	20	309
2016	0	0	29	123	28	2	34	1	1	0	47	0	0	0	0	75	339
2017	0	0	32	71	36	2	84	3	1	0	53	0	0	0	0	79	362

7. Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Komersial dan Perkantoran (Juta BOE)

Tahun	Biomass	Natural Gas	Kerosene	ADO	IDO	LPG	Total
2008	1	0	2	4	0	1	9
2009	1	1	1	5	0	1	9
2010	1	1	1	4	0	1	8
2011	1	1	1	5	0	1	10
2012	1	2	0	7	0	1	12
2013	1	1	0	7	0	1	11
2014	1	1	0	6	0	1	11
2015	1	1	0	7	0	1	12
2016	1	1	0	4	0	2	8
2017	1	1	0	5	0	2	9

8. Konsumsi Bahan Bakar pada Subkategori Perumahan (Juta BOE)

Tahun	Biomass	Natural Gas	Kerosene	LPG	Total
2008	237	0	40	13	291
2009	241	0	24	23	288
2010	251	0	14	30	296
2011	254	0	10	35	299
2012	257	0	7	41	305
2013	260	0	6	46	313
2014	263	0	5	50	318
2015	263	0	4	52	319
2016	263	0	3	54	321
2017	263	0	3	59	325

9. Konsumsi Bahan Bakar pada Kategori Lain-Lain (Juta BOE)

Tahun	Mogas	Kerosene	ADO	IDO	FO	Total
2008	3	2	15	0	4	25
2009	4	1	16	0	4	25
2010	4	1	14	0	3	22
2011	4	0	19	0	4	27
2012	5	0	25	0	3	34
2013	5	0	24	0	2	31
2014	5	0	21	0	2	29
2015	5	0	26	0	2	33
2016	4	0	14	0	1	19
2017	2	0	16	0	2	21

10. Produksi Bahan Bakar per Kategori (Juta BOE)

Tahun	Bahan Bakar Padat	Minyak Bumi	Gas Alam	Total
2008	1,009	358	470	1,837
2009	1,076	346	491	1,913
2010	1,156	345	547	2,048
2011	1,484	329	519	2,332
2012	1,622	315	494	2,431
2013	1,992	301	490	2,783
2014	1,924	288	483	2,695
2015	1,939	287	480	2,706
2016	1,916	269	474	2,659
2017	1,937	292	459	2,688

11. Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Kategori (Gg CO₂e)

Tahun	Industri Produsen Energi	Industri Manufaktur dan Konstruksi	Transportasi	Sektor Lainnya	Lain- Lain	Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat	Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam	Total
2008	129,013	111,397	76,574	36,004	10,935	1,165	23,192	388,280
2009	143,862	103,594	89,034	32,749	11,027	1,242	23,011	404,518
2010	140,908	129,656	97,469	31,429	9,719	1,334	23,812	434,329
2011	173,505	139,708	117,587	32,137	11,848	1,713	22,681	499,180
2012	187,138	132,984	139,871	33,969	14,670	1,872	21,647	532,151
2013	210,828	82,715	144,744	35,416	13,499	2,300	20,959	510,463
2014	216,240	87,032	145,146	36,137	12,443	2,221	20,272	519,491
2015	227,409	98,330	130,375	37,133	14,259	2,238	20,187	529,932
2016	247,422	76,257	127,881	36,034	8,421	2,212	19,281	517,508
2017	258,078	81,526	142,036	38,045	9,094	2,217	20,114	550,833

12. Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar (CO_{2e})

Tahun	Bahan Bakar Cair	Bahan Bakar Padat	Bahan Bakar Gas	Total
2008	169,470	126,734	65,178	361,383
2009	168,404	133,421	71,422	373,247
2010	163,791	159,220	75,003	398,014
2011	213,967	188,555	76,279	478,801
2012	202,753	170,570	75,537	448,860
2013	212,530	170,809	85,106	468,445
2014	203,711	180,550	87,305	471,566
2015	196,400	205,753	91,244	493,397
2016	182,945	214,607	96,536	494,089
2017	151,671	226,577	93,535	559,025

13. Perbandingan Emisi GRK Berdasarkan Pendekatan Jenis Bahan Bakar dengan Pendekatan Kategori Sumber Emisi (Gg CO_{2e})

Tahun	Pendekatan Jenis Bahan Bakar	Pendekatan Kategori Sumber Emisi
2008	361,383	388,280
2009	373,247	404,518
2010	398,014	434,329
2011	478,801	499,180
2012	448,860	532,151
2013	468,445	510,463
2014	471,566	519,491
2015	493,397	529,932
2016	494,089	517,508
2017	559,025	550,833

14. Emisi GRK Berdasarkan Sumbernya (Gg CO₂e)

Tahun	Pembakaran Bahan Bakar	Emisi Fugitive dari Bahan Bakar	Total
2008	363,923	24,357	388,280
2009	380,265	24,253	404,518
2010	409,182	25,146	434,329
2011	474,786	24,395	499,180
2012	508,632	23,520	532,151
2013	487,203	23,260	510,463
2014	496,998	22,494	519,491
2015	507,506	22,426	529,932
2016	496,015	21,493	517,508
2017	528,779	22,327	550,833

15. Emisi GRK Berdasarkan Jenis GRK (Gg CO₂e)

Tahun	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
2008	356,696	27,554	4,030	388,280
2009	372,763	27,503	4,252	404,518
2010	401,416	28,380	4,532	434,329
2011	465,931	28,204	5,045	499,180
2012	498,907	27,816	5,428	532,151
2013	477,290	27,769	5,403	510,463
2014	486,718	27,298	5,475	519,491
2015	497,330	27,268	5,334	529,932
2016	485,763	26,441	5,304	517,508
2017	518,289	27,229	5,587	550,833

16. Emisi GRK pada Kategori Industri Produsen Energi (Gg CO₂e)

Tahun	Pembangkit Listrik	Kilang Minyak	Pengolahan Batubara	Total
2008	119,165	9,745	102	128,911
2009	132,025	11,691	146	143,716
2010	127,388	13,438	82	140,826
2011	160,244	13,181	81	173,424
2012	174,282	12,769	87	187,051
2013	196,344	14,398	87	210,741
2014	201,588	14,615	37	216,203
2015	212,940	14,437	31	227,377
2016	231,941	15,409	71	247,350
2017	243,665	14,341	71	258,078

17. Emisi GRK pada Kategori Industri Manufaktur dan Konstruksi (Gg CO₂e)

Tahun	Industri Manufaktur dan Konstruksi
2008	111,397
2009	103,594
2010	129,656
2011	139,708
2012	132,984
2013	82,715
2014	87,032
2015	98,330
2016	76,257
2017	81,256

18. Emisi GRK pada Kategori Transportasi (Gg CO₂e)

Tahun	Transportasi
2008	76,574
2009	89,034
2010	97,469
2011	117,587
2012	139,871
2013	144,744
2014	145,146
2015	130,375
2016	127,881
2017	142,036

19. Emisi GRK pada Kategori Sektor Lainnya (Gg CO₂e)

Tahun	Komersial dan Perkantoran	Perumahan	Total
2008	3,406	32,598	36,004
2009	3,287	29,462	32,749
2010	2,868	28,561	31,429
2011	3,462	28,674	32,137
2012	4,306	29,663	33,969
2013	4,103	31,313	35,416
2014	3,834	32,303	36,137
2015	4,413	32,720	37,133
2016	2,889	33,145	36,034
2017	3,182	34,863	38,045

20. Emisi GRK pada Kategori Lain-Lain (Gg CO₂e)

Tahun	Lain-Lain
2008	10,935
2009	11,027
2010	9,719
2011	11,848
2012	14,670
2013	13,499
2014	12,443
2015	14,259
2016	8,421
2017	9,094

21. Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat (Gg CO₂e)

Tahun	Emisi Fugitive dari Bahan Bakar Padat
2008	1,165
2009	1,242
2010	1,334
2011	1,713
2012	1,872
2013	2,300
2014	2,221
2015	2,238
2016	2,212
2017	2,217

22. Emisi GRK pada Kategori Emisi Fugitive dari Minyak Bumi dan Gas Alam (Gg CO₂e)

Tahun	Minyak Bumi	Gas Alam	Total
2008	15,999	7,192	23,192
2009	15,499	7,512	23,011
2010	15,435	8,377	23,812
2011	14,736	7,946	22,681
2012	14,082	7,565	21,647
2013	13,463	7,496	20,959
2014	12,885	7,388	20,272
2015	12,836	7,351	20,187
2016	12,033	7,248	19,281
2017	13,084	7,029	20,114

23. Perbandingan Emisi GRK Menggunakan Faktor Emisi Tier 1 dan Lokal (Gg CO₂e)

Tahun	Tier 1	Lokal
2008	388,280	395,904
2009	404,518	412,686
2010	434,329	475,899
2011	499,180	509,990
2012	532,151	543,721
2013	510,463	521,582
2014	519,491	531,117
2015	529,932	542,606
2016	517,508	530,284
2017	550,833	564,476

24. Ringkasan Detil Hasil Inventarisasi Emisi GRK Tahun 2017

Code	Categories	2017			
		CO2 GgCO2	CH4 GgCH4	N2O GgN2O	Total GgCO2eq
	Reference Approach				
	Total Reference Approach	559,025			559,025
1.1.1	Liquid Fuels	158,283			158,283
1.1.2	Solid Fuels	307,207			307,207
1.1.3	Gas Fuels	93,535			93,535
	Sectoral Approach				
Energy	Energy	518,253	1,285	18	550,833
1.A	Fuel Combustion	512,232	521	18	528,743
1.A.1	Energy Industries	256,950	4	3	258,042
1.A.1.a	Main activity electricity and heat production	242,552	3	3	243,629
1.A.1.b	Petroleum refining	14,327	0	0	14,341
1.A.1.c	Coal Processing	71	0	0	71
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction	80,740	12	2	81,526
1.A.3	Transport	139,225	36	7	142,036
1.A.4	Other Sectors	26,271	468	6	38,045
1.A.4.a	Commercial/Institutional	3,109	3	0	3,182
1.A.4.b	Residential	23,161	465	6	34,863
1.A.5	Non-Specified	9,046	1	0	9,095
1.B	Fugitive emissions	6,021	765	0	22,090
1.B.1	Solid Fuels	-	94	-	1,976
1.B.1.a	Underground coal mining				-
1.B.1.b	Surface coal mining	-	94		1,976
1.B.2	Oil and Natural Gas	6,021	671	0	20,114
1.B.2.a	Oil	2,119	522	0	13,085
1.B.2.b	Natural gas	3,901	149	8.92E-03	7,030

25. Worksheet Perhitungan Inventarisasi

Sector	Energy								
Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A 1 a Main Activity Electricity and Heat Production								
Sheet	1 of 4 (CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption	B Conversion Factor ^(b)	C Consumption	D CO ₂ Emission Factor	E CO ₂ Emissions	F CH ₄ Emission Factor	G CH ₄ Emissions	H N ₂ O Emission Factor	I N ₂ O Emissions
	1000 BOE	(TJ/1000BOE)	TJ	(kg CO ₂ /TJ)	(Gg CO ₂)	(kg CH ₄ /TJ)	(Gg CH ₄)	(kg N ₂ O/TJ)	(Gg N ₂ O)
			C=A*B		E=C*D/106		G=C*F/10 ⁶		I=C*H/10 ⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil	24,118	5.874	141,671	74,100	10,498	3	0.425	0.6	0.085
Residual Fuel Oil	10,003	5.874	58,756	77,400	4,548	3	0.176	0.6	0.035
LPG									
Ethane									
Naphtha									

^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.6 of the Stationary Combustion Chapter and insert the source category name next to the worksheet number.

^b When the consumption is expressed in mass or volume units, the conversion factor is the net calorific value of the fuel.

Sector	Energy								
Category	Fuel Combustion Activities								
Category Code	1A ^(a)								
Sheet	2 of 4 (CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption	B Conversion Factor	C Consumption	D CO ₂	E CO ₂	F CH ₄	G CH ₄	H N ₂ O Emission Factor	I N ₂ O
	1000 BOE	(TJ/1000BOE)	(TJ)	Emission Factor (kg CO ₂ /TJ)	Emissions (Gg CO ₂)	Emission Factor (kg CH ₄ /TJ)	Emissions (Gg CH ₄)	(kg N ₂ O/TJ)	Emissions (Gg N ₂ O)
			C=A*B		E=C*D/106		G=C*F/10 ⁶		I=C*H/10 ⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products					15,046		0.601		0.120
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal	348,600	5.874	2,047,676	96,100	196,782	1	2.048	1.5	3.072
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									

^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.6 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.

Sector	Energy								
Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A 2 Manufacturing Industries and Construction								
Sheet	1 of 4 (CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption	B Conversion Factor ^(b)	C Consumption	D CO ₂ Emission Factor (kg CO ₂ /TJ)	E CO ₂ Emissions (Gg CO ₂)	F CH ₄ Emission Factor (kg CH ₄ /TJ)	G CH ₄ Emissions (Gg CH ₄)	H N ₂ O Emission Factor (kg N ₂ O/TJ)	I N ₂ O Emissions (Gg N ₂ O)
	1000 BOE	(TJ/1000BOE)	(TJ)	C=A*B	E=C*D106	(kg CH ₄ /TJ)	G=C*F10 ⁶	(kg N ₂ O/TJ)	I=C*H10 ⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene	208	5.874	1,221	71,900	88	3.00	0.00	0.60	0.00
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil	33,019	5.874	193,955	74,100	14,372	3.00	0.58	0.60	0.12
Residual Fuel Oil	12,264	5.874	72,040	77,400	5,576	3.00	0.22	0.60	0.04
LPG	888	5.874	5,218	63,100	329	1.00	0.01	0.10	0.00
Ethane									
Naphtha									

^(b) Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.6 of the Stationary Combustion Chapter and insert the source category name next to the worksheet number.

^(b) When the consumption is expressed in mass or volume units, the conversion factor is the net calorific value of the fuel.

Sector	Energy								
Category	Fuel combustion activities								
Category Code	1A 3 Transportation								
Sheet	1 of 4 (CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption	B Conversion Factor ^(b)	C Consumption	D CO ₂ Emission Factor (kg CO ₂ /TJ)	E CO ₂ Emissions (Gg CO ₂)	F CH ₄ Emission Factor (kg CH ₄ /TJ)	G CH ₄ Emissions (Gg CH ₄)	H N ₂ O Emission Factor (kg N ₂ O/TJ)	I N ₂ O Emissions (Gg N ₂ O)
	1000 BOE	(TJ/1000BOE)	(TJ)	C=A*B	E=C*D106	(kg CH ₄ /TJ)	G=C*F10 ⁶	(kg N ₂ O/TJ)	I=C*H10 ⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline	167,702	5.874	985,079	69,300	68,266	33	32,508	3.2	3,152
Aviation Gasoline	16	5.874	97	69,300	7	0.5	0.000	2	0.000
Jet Gasoline									
Jet Kerosene	31,640	5.874	185,854	71,500	13,289	0.5	0.093	2	0.372
Other Kerosene	1	5.874	8	71,900	1	0.5	0.000	2	0.000
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil	132,160	5.874	776,310	74,100	57,525	3.9	3,028	3.9	3,028
Residual Fuel Oil	239	5.874	1,401	77,400	108	7	0.010	2	0.003
LPG									
Ethane									
Naphtha									

^(b) Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.6 of the Stationary Combustion Chapter and insert the source category name next to the worksheet number.

^(b) When the consumption is expressed in mass or volume units, the conversion factor is the net calorific value of the fuel.



INVENTARISASI EMISI GRK SEKTOR ENERGI

Pemerintah Indonesia masih berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29% atau 834 juta ton CO₂e pada Tahun 2030 dari kondisi Business as Usual (BaU). Sektor energi sendiri mendapatkan porsi penurunan emisi sebanyak 314 juta ton CO₂e. Upaya pencapaian target penurunan emisi di sektor energi terus dilakukan melalui pelaksanaan berbagai aksi mitigasi dan inventarisasi GRK secara akurat.