



REPUBLIK INDONESIA

**PEDOMAN
PENYELENGGARAAN INVENTARISASI
GAS RUMAH KACA NASIONAL**

**BUKU II - VOLUME 1
METODOLOGI PENGHITUNGAN
TINGKAT EMISI GAS RUMAH KACA
KEGIATAN PENGADAAN DAN PENGGUNAAN
ENERGI**



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP

2012



REPUBLIK INDONESIA

**PEDOMAN
PENYELENGGARAAN INVENTARISASI
GAS RUMAH KACA NASIONAL**

**BUKU II - VOLUME 1
METODOLOGI PENGHITUNGAN
TINGKAT EMISI GAS RUMAH KACA
KEGIATAN PENGADAAN DAN PENGGUNAAN
ENERGI**

KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP

2012



**PERATURAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA**

**TENTANG
PENYELENGGARAAN INVENTARISASI
GAS RUMAH KACA NASIONAL**

TIM PENULIS

PEDOMAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GRK NASIONAL

Pengarah

Arief Yuwono

Deputi Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim,
Kementerian Lingkungan Hidup

Koordinator

Sulistiyowati

Asisten Deputi Mitigasi dan Pelestarian Fungsi Atmosfer
Kementerian Lingkungan Hidup

Penyusun

Rizaldi Boer, Retno Gumilang Dewi, Ucok WR Siagian, Muhammad Ardiansyah, Elza Surmaini, Dida Migfar Ridha, Mulkan Gani, Wukir Amintari Rukmi, Agus Gunawan, Prasetyadi Utomo, Gatot Setiawan, Sabitah Irwani, Rias Parinderati.

Ucapan terima kasih

Kementerian Kehutanan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Perindustrian, Kementerian Perhubungan, Kementerian Pertanian, Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Badan Pusat Statistik, Provinsi DKI Jakarta, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Sumatera Utara, Institut Teknologi Bandung, Institut Pertanian Bogor dan Japan International Cooperation Agency (JICA), atas masukan dan dukungan dalam penyusunan Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.

DAFTAR ISI

	Halaman
Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup.....	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	iv
Daftar Gambar.....	v
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Tipe/Jenis dan Kategori Sumber GRK.....	2
1.2 Pendekatan Inventarisasi Emisi GRK.....	5
1.3 Penentuan TIER.....	7
1.4 Model Dasar Penghitungan.....	10
II. ESTIMASI EMISI GRK DARI PEMBAKARAN BAHAN BAKAR.....	11
2.1 Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Stasioner.....	12
2.2 Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Bergerak.....	22
III. ESTIMASI EMISI GRK DARI FUGITIVE	35
3.1 Emisi Fugitive Kegiatan Batubara	35
3.2 Emisi Fugitive Kegiatan Migas.....	40
IV. METODA PENDEKATAN REFERENSI (REFERENCE APPROACH).....	53
4.1 Algoritma Metoda Pendekatan Referensi.....	54
4.2 Excluded Carbon.....	56
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	59
1. Tabel Pelaporan (<i>Common Reporting Format</i>) Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi.....	61
2. Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi GRK Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi.....	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Kategori Sumber Emisi dari Kegiatan Energi.....	4
Tabel 2.1 Sumber Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar.....	11
Tabel 2.2 Faktor Emisi GRK Peralatan Tak Bergerak dan Bergerak.....	12
Tabel 2.3 Nilai kalor Bahan bakar Indonesia.....	13
Tabel 2.4 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Industri Energi (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto).....	17
Tabel 2.5 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Industri Manufaktur (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto).....	18
Tabel 2.6 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Bangunan Komersial (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto).....	19
Tabel 2.7 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Rumah Tangga dan Pertanian/Kehutanan/Perikanan (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto).....	19
Tabel 2.8 Contoh perhitungan emisi GRK pendekatan sektoral kasus pembangkit listrik dengan spreadsheet.....	21
Tabel 2.9 Faktor Emisi CO2 Default Transportasi Jalan Raya.....	32
Tabel 2.10 Faktor Emisi N2O AND CH4 Default Transportasi Jalan Raya.....	33
Tabel 2.11 Faktor Emisi Default Kereta Api.....	33
Tabel 2.12 Faktor Emisi CO2 Default Angkutan Air.....	33
Tabel 2.13 Faktor Emisi Default CH4 dan N2O Kapal Samudera.....	33
Tabel 3.1 Sumber Emisi Fugitive Kegiatan Energi.....	35
Tabel 3.2 Sumber Utama Emisi Fugitive Batubara.....	36
Tabel 3.3 Segmen industri yang terdapat pada industri migas.....	41
Tabel 3.4 Faktor Emisi Fugitive Kegiatan Migas.....	43
Tabel 4.1 Bahan Bakar yang Dapat Masuk dalam Kategori Excluded Carbon.	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Ilustrasi kegiatan energi dan sumber emisi GRK..... 1
Gambar 1.2	Contoh Ilustrasi Pengelompokan Sektor Inventarisasi GRK..... 2
Gambar 1.3	Ilustrasi Kategori Sumber-sumber Emisi GRK Sektor Energi..... 3
Gambar 1.4	Ilustrasi Pendekatan Sektoral dan Pendekatan Referensi..... 6
Gambar 1.5	Ilustrasi Pembandingan Pendekatan Referensi vs Pendekatan Sektoral..... 7
Gambar 1.6	Prosedur Penentuan Tier yang akan digunakan..... 9

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu sektor penting dalam inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK). Cakupan inventarisasi sektor energi meliputi kegiatan penyediaan dan penggunaan energi.

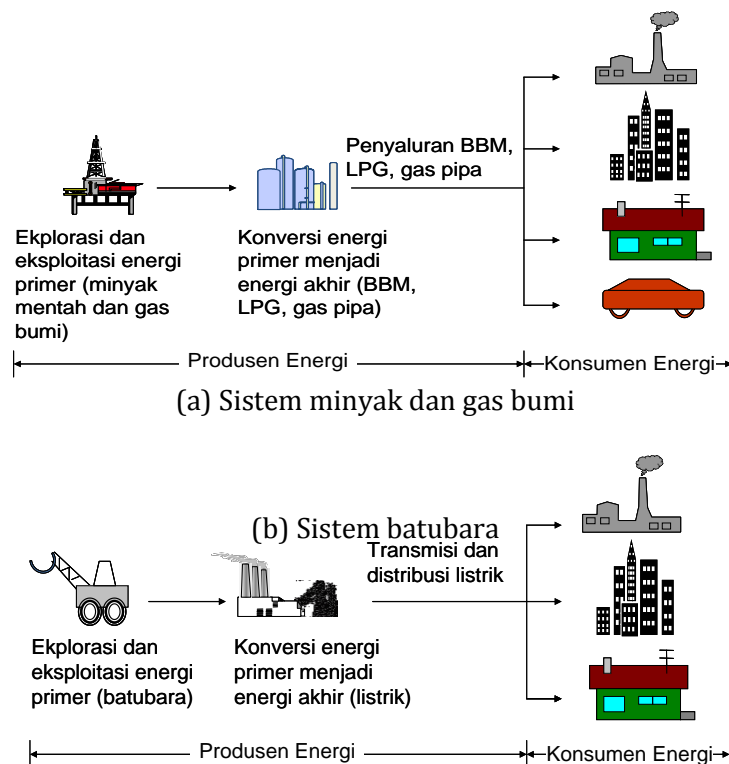
Penyediaan energi meliputi kegiatan-kegiatan:

- (i) eksplorasi dan eksploitasi sumber-sumber energi primer (misal minyak mentah, batubara),
- (ii) konversi energi primer menjadi energi sekunder yaitu energi yang siap pakai (konversi minyak mentah menjadi BBM di kilang minyak, konversi batubara menjadi tenaga listrik di pembangkit tenaga listrik), dan
- (iii) kegiatan penyaluran dan distribusi energi.

Kegiatan penggunaan energi meliputi:

- (i) penggunaan bahan bakar di peralatan-peralatan stasioner (di industri, komersial, dan rumah tangga), dan
- (ii) peralatan-peralatan yang bergerak (transportasi).

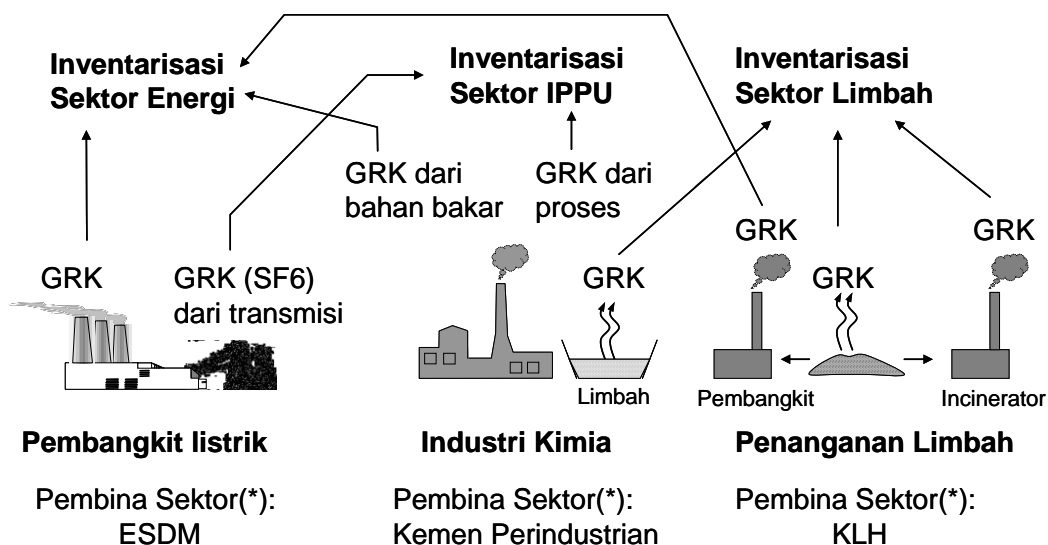
Ilustrasi cakupan inventarisasi GRK dari kegiatan sektor energi diperlihatkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Ilustrasi cakupan inventarisasi GRK sektor energi

Perlu dicatat bahwa “sektor” dalam konteks inventarisasi GRK menyangkut titik/lokasi dimana emisi GRK terjadi, bukan sektor dalam pengertian administrasi/pemerintah (kementerian atau dinas) yang secara umum membina/mengatur bidang kegiatan dimana emisi tersebut terjadi. Sebagai contoh emisi yang diakibatkan oleh penggunaan energi di industri dikategorikan sebagai emisi dari sektor energi, bukan emisi dari sektor industri; emisi GRK akibat pembakaran limbah untuk pembangkit listrik dikategorikan sebagai emisi sektor energi, bukan emisi sektor lingkungan hidup atau sektor limbah.

Sebaliknya tidak semua emisi yang terjadi pada kegiatan yang merupakan bidang pembinaan Kementerian ESDM masuk dalam kategori emisi sektor energi. Sebagai contoh: sistem transmisi dan distribusi listrik merupakan cakupan binaan Kementerian ESDM namun emisi gas SF₆ (termasuk kategori GRK) yang terjadi pada sistem transmisi dan distribusi listrik tidak merupakan cakupan inventarisasi GRK sektor energi melainkan masuk dalam cakupan inventarisasi sektor IPPU (industrial process and product uses). Ilustrasi pengelompokan sektor inventarisasi GRK diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Sektor(): sektor kegiatan*

Gambar 1.2. Contoh ilustrasi pengelompokan sektor inventarisasi GRK

1.1 Tipe/Jenis dan Kategori Sumber GRK

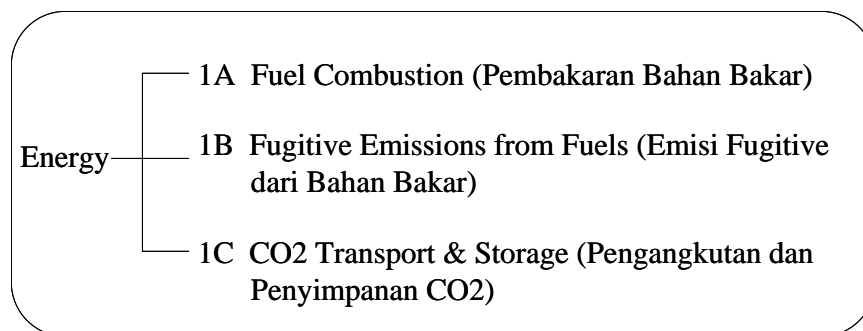
Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah CO₂, CH₄ dan N₂O. Berdasarkan IPCC Guideline 2006, sumber emisi GRK dari sektor energi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

- (i) emisi hasil pembakaran bahan bakar,
- (ii) emisi fugitive pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar, dan

(iii) emisi dari pengangkutan dan injeksi CO₂ pada kegiatan penyimpanan CO₂ di formasi geologi.

Dalam konteks inventarisasi GRK yang dimaksud dengan **pembakaran bahan bakar** adalah oksidasi bahan bakar secara sengaja dalam suatu alat dengan tujuan menyediakan panas atau kerja mekanik kepada suatu proses. Penggunaan bahan bakar di industri yang bukan untuk keperluan energi namun sebagai bahan baku proses (misal penggunaan gas bumi pada proses produksi pupuk atau pada proses produksi besi baja) atau sebagai produk (misal penggunaan hidrokarbon sebagai pelarut) tidak termasuk dalam kategori aktivitas energi.

Yang dimaksud **emisi fugitive** adalah emisi GRK yang secara tidak sengaja terlepas pada kegiatan produksi dan penyediaan energi, misalnya operasi flaring dan venting di lapangan migas, kebocoran-kebocoran gas yang terjadi pada sambungan-sambungan atau kerangan-kerangan (*valves*) pada pipa salur gas bumi dan gas CH₄ yang terlepas dari lapisan batubara pada kegiatan penambangan batubara. Ilustrasi kategori sumber-sumber utama emisi GRK sektor energi diperlihatkan pada Gambar 1.3.



Catatan: Kode !A, !B, 1C mengikuti kode pengelompokan pada IPCC GL 2006

Gambar 1.3 Ilustrasi kategori sumber-sumber emisi GRK sektor energi

Karena kegiatan penyimpanan CO₂ di formasi geologi belum dilakukan di Indonesia dan kemungkinan besar belum akan dilakukan dalam waktu dekat, emisi GRK terkait dengan kegiatan penyimpanan CO₂ tidak akan dibahas lebih lanjut dalam Pedoman ini.

Pembakaran bahan bakar terjadi di berbagai sektor kegiatan, diantaranya industri, transportasi, komersial, dan rumah tangga. Dalam konteks inventarisasi GRK, industri dikelompokkan atas 2 kategori yaitu industri produsen energi (lapangan migas, tambang batubara, kilang minyak, pembangkit listrik) dan industri konsumen energi (industri manufaktur, konstruksi dan sejenisnya). Pembakaran bahan bakar di industri terjadi di boiler, heater, tungku, kiln, oven, dryer, dan

berbagai sistem pembangkit listrik berbahan bakar fosil: diesel genset, gas engine, turbin gas, Pembangkit Listrik Tenaga Uap berbahan bakar batubara (PLTU-batubara), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).

Emisi fugitive terjadi di kegiatan produksi dan penyaluran migas dan batubara diantaranya di lapangan migas, kilang minyak, tambang batubara, dan lain-lain. Pada sistem migas emisi fugitive terjadi pada operasi flaring dan venting, serta kebocoran-kebocoran pada pipa-pipa dan peralatan-peralatan pengolahan dan penanganan migas. Di sistem batubara emisi fugitive terjadi dari lepasnya seam gas (gas yang semula terperangkap dalam lapisan batubara) pada saat penambangan dan pengangkutan.

Dalam inventarisasi GRK sektor energi di Indonesia, kategori sumber emisi dikelompokkan dalam 2 kategori utama yaitu emisi dari pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive. Di masing-masing kategori terdapat beberapa sub-kategori yang dikelompokkan berdasarkan jenis kegiatan. Pada Tabel 1.1 disampaikan pengelompokan sumber-sumber emisi untuk kategori pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive.

Tabel 1.1 Kategori Sumber Emisi dari Kegiatan Energi

Kode IPCC GL 2006	Kategori
1 A	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar
1 A 1	Industri Produsen Energi
1 A 2	Industri Manufaktur dan Konstruksi
1 A 3	Transportasi
1 A 4	Konsumen energi lainnya (komersial, rumah tangga dll.)
1 A 5	Lain-lain yang tidak termasuk pada 1A1 s.d. 1A4
1 B	Emisi Fugitive
1 B 1	Bahan bakar padat
1 B 2	Minyak bumi dan gas alam
1 B 3	Emisi lainnya dari penyediaan energi

Catatan: Kode kategori sumber emisi GRK sektor energi mengikuti penulisan kode pada IPCC Guidelines 2006.

Sumber emisi GRK paling utama dari sektor energi adalah pembakaran bahan bakar. Emisi fugitive dari kegiatan produksi dan penyaluran bahan bakar secara keseluruhan jauh lebih kecil dibandingkan emisi dari pembakaran bahan bakar.

Jenis GRK utama hasil proses pembakaran bahan bakar adalah karbon dioksida (CO₂). Jenis GRK lain yang dilepaskan dari pembakaran bahan bakar adalah karbon

monoksida (CO), metana (CH₄), N₂O dan senyawa organik volatil non-metana (NMVOCs). Jenis GRK utama dari emisi fugitive adalah metana.

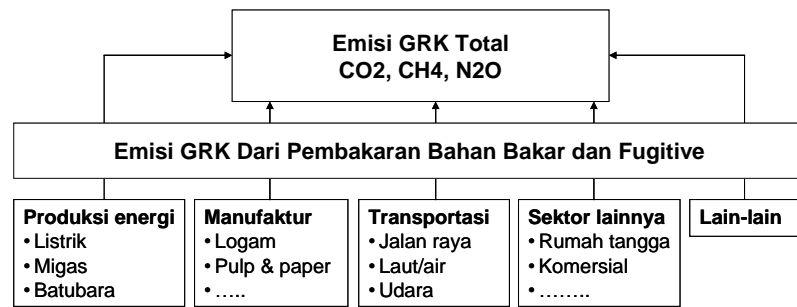
Pembahasan lebih detil emisi GRK dari pembakaran bahan bakar dan emisi fugitive disampaikan masing-masing pada Bab II dan Bab III.

1.2. Pendekatan Inventarisasi Emisi GRK

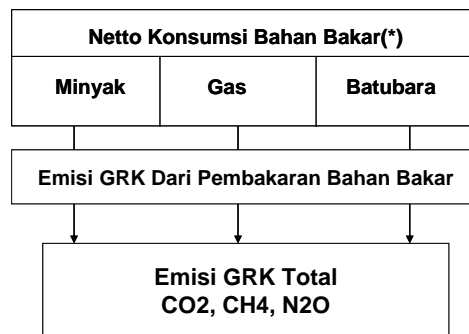
Terdapat 2 (dua) pendekatan dalam penghitungan emisi GRK pada sektor energi yaitu Pendekatan Sektorial (*Sectoral Approach*) dan Pendekatan Referensi (*Reference Approach*). Pendekatan Sektorial dikenal juga sebagai Pendekatan “Bottom-Up” sedangkan Pendekatan Referensi dikenal juga sebagai Pendekatan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

Pada Pendekatan Sektorial penghitungan emisi dikelompokkan menurut sektor kegiatan, seperti: produksi energi (listrik, minyak dan batubara), manufacturing, 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). Ilustrasi Pendekatan Sektorial dan Pendekatan Referensi diperlihatkan pada Gambar 1.4.



Pendekatan Sektoral (Bottom Up)

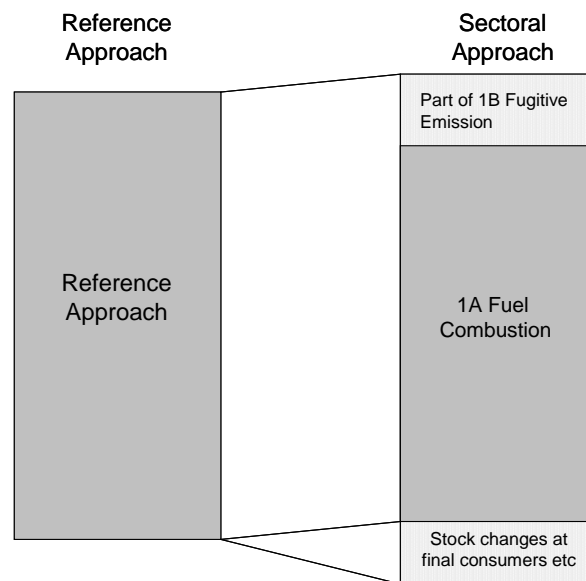


(*) Tidak termasuk excluded carbon (bahan bakar yang bukan untuk energi)

Pendekatan Referensi (Top Down)

Gambar 1.4 Ilustrasi Pendekatan Sektoral dan Pendekatan Referensi

Karena basis data yang digunakan berbeda, hasil estimasi emisi GRK berdasarkan Pendekatan Referensi akan sedikit berbeda dengan hasil estimasi menurut Pendekatan Sektoral sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.5. 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.



Gambar 1.5 Ilustrasi pembandingan Pendekatan Referensi vs Pendekatan Sektoral

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan emisi dengan pendekatan Reference Approach adalah Energy Balance Table. Karena energy balance table umumnya tersedia di level nasional (bukan di level kabupaten atau provinsi) maka pendekatan Reference Approach hanya digunakan untuk inventarisasi di level nasional. Pedoman ini akan lebih banyak membahas metodologi estimasi berdasarkan pendekatan sektoral karena pendekatan ini digunakan di level regional maupun nasional. Metodologi dengan pendekatan Reference Approach disampaikan pada bagian akhir dari Pedoman ini.

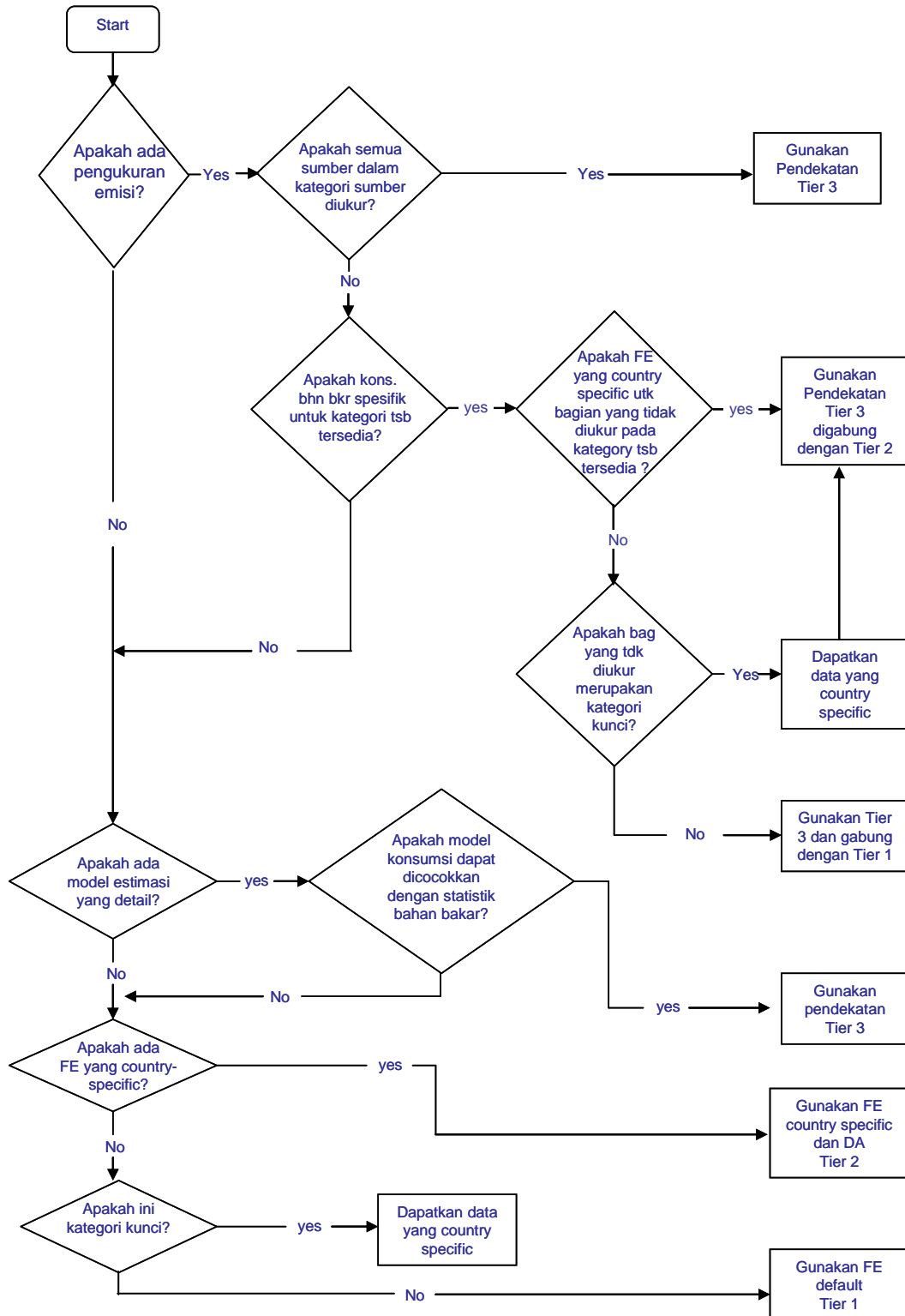
1.3 Penentuan TIER

Berdasarkan IPCC 2006 GL, ketelitian penghitungan emisi GRK dikelompokkan dalam 3 tingkat ketelitian. Dalam kegiatan inventarisasi GRK, tingkat ketelitian perhitungan dikenal dengan istilah “Tier”. Tingkat ketelitian perhitungan terkait dengan data dan metoda perhitungan yang digunakan sebagaimana dijelaskan berikut ini:

- Tier 1: estimasi berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi *default IPCC*.
- Tier 2: estimasi berdasarkan data aktifitas yang lebih akurat dan faktor emisi *default IPCC* atau faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).
- Tier 3: estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktifitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*).

Penentuan Tier dalam inventarisasi GRK sangat ditentukan oleh ketersediaan data dan tingkat kemajuan suatu negara atau pabrik dalam hal penelitian untuk

menyusun metodologi atau menentukan faktor emisi yang spesifik dan berlaku bagi negara/pabrik tersebut. Di Indonesia dan negara-negara non-Annex 1, sumber emisi sektor/kegiatan kunci pada inventarisasi GRK menggunakan Tier-1, yaitu berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi default IPCC. Prosedur untuk menetapkan Tier yang akan digunakan dalam inventarisasi diperlihatkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Prosedur penentuan Tier yang akan digunakan

1.4 Model Dasar Penghitungan

Pendekatan Tier-1 dan Tier-2 merupakan metodologi penghitungan emisi GRK yang paling sederhana, yaitu berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi. Estimasi emisi GRK Tier-1 dan Tier-2 menggunakan Persamaan 1 berikut.

Persamaan 1
<p>Persamaan Umum Tier-1 dan 2</p> $\text{Emisi GRK} = \text{Data Aktivitas} \times \text{Faktor Emisi}$

Data aktifitas adalah data mengenai banyaknya aktifitas umat manusia yang terkait dengan banyaknya emisi GRK. Contoh data aktivitas sektor energi: volume BBM atau berat batubara yang dikonsumsi, banyaknya minyak yang diproduksi di lapangan migas (terkait dengan fugitive emission).

Faktor emisi (FE) adalah suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas (unit aktivitas dapat berupa volume yang diproduksi atau volume yang dikonsumsi). Untuk Tier-1 faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi default (IPCC 2006 GL).

Pada metoda Tier-2 data aktivitas yang digunakan dalam perhitungan lebih detail dibanding metoda Tier-1. Sebagai contoh, pada Tier-1 data aktivitas penggunaan solar sektor transportasi merupakan agregat konsumsi solar berdasarkan data penjualan di SPBU, tanpa membedakan jenis kendaraan pengguna. Pada Tier-2 data aktivitas konsumsi solar sektor transportasi dipilah (*break down*) berdasarkan jenis kendaraan pengguna. Faktor emisi yang digunakan pada Tier-2 dapat berupa FE default IPCC atau FE yang spesifik berlaku untuk kasus rata-rata Indonesia atau berlaku pada suatu fasilitas/pabrik tertentu di Indonesia.

1.5 Sumber Data

Dalam penyusunan inventarisasi GRK, IPCC GL mendorong penggunaan data yang bersumber pada publikasi dari lembaga resmi pemerintah atau badan nasional, misalnya *Energy Balance Table* dan *Handbook Statistik Energi & Ekonomi Indonesia*; dan Data dan Pertumbuhan Penduduk dari BPS. Inventarisasi dengan pendekatan sektoral memerlukan data konsumsi energi menurut sektor pengguna (penggunaan BBM di sektor transport, sektor industri dan lain-lain).

Penerapan metoda Tier-2 memerlukan data aktivitas yang lebih detail. Sebagai contoh, perhitungan emisi dari pembakaran bahan bakar memerlukan data penggunaan bahan bakar yang lebih detail, yaitu: penggunaan BBM per jenis menurut jenis kendaraan, penggunaan BBM per jenis menurut jenis pabrik, penggunaan batubara per jenis/kualitas batubara menurut jenis pabrik.

II. ESTIMASI EMISI GRK DARI PEMBAKARAN BAHAN BAKAR

Sumber emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kategori utama, yaitu sumber tidak bergerak (stasioner) dan sumber bergerak, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sumber Emisi Dari Pembakaran Bahan Bakar

Kode	Kategori	Kegiatan	Keterangan
1 A 1	Industri Produsen Energi	Pembangkit listrik (*)	Tidak Bergerak
		Kilang Minyak	Tidak Bergerak
		Produksi Bahan Bakar Padat dan Industri Energi Lainnya	Tidak Bergerak
1 A 2	Industri Manufaktur dan Konstruksi	Besi dan Baja	Tidak Bergerak
		Logam Bukan Besi	Tidak Bergerak
		Bahan-Bahan Kimia	Tidak Bergerak
		Pulp, Kertas, dan Bahan Barang Cetakan	Tidak Bergerak
		Pengolahan Makanan, Minuman dan Tembakau	Tidak Bergerak
		Mineral Non Logam	Tidak Bergerak
		Peralatan Transportasi	Tidak Bergerak
		Permesinan	Tidak Bergerak
		Pertambangan non-bahan bakar dan Bahan Galian	Tidak Bergerak
		Kayu dan Produk Kayu	Tidak Bergerak
		Konstruksi	Tidak Bergerak
		Industri Tekstil dan Kulit	Tidak Bergerak
		Industri lainnya	Tidak Bergerak
1 A 3	Transportasi	Penerbangan Sipil	Bergerak
		Transportasi Darat	Bergerak
		Kereta api (Railways)	Bergerak
		Angkutan air	Bergerak
		Transportasi lainnya	Bergerak
1 A 4	Sektor lainnya	Komersial dan perkantoran	Tidak Bergerak
		Perumahan	Tidak Bergerak
		Pertanian/ Kehutanan/ Nelayan/ Perikanan	Tidak Bergerak
1 A 5	Lain lain	Emisi dari Peralatan Stasioner, Peralatan Bergerak (<i>Mobile</i>)	Bergerak/Tidak Bergerak

Catatan: *) Kegiatan utamanya adalah pembangkitan listrik (untuk dijual kepada pihak lain). Kegiatan pembangkitan listrik yang digunakan untuk keperluan sendiri tidak dimasukkan dalam kategori produsen energi listrik melainkan dimasukkan kategori yang sesuai dengan kegiatan pembangkitan listrik tersebut. Sebagai contoh bila pembangkit tersebut terdapat pada kegiatan manufaktur maka dimasukkan dalam kegiatan energi di sektor manufaktur.

Sumber emisi yang stasioner dibedakan dari sumber emisi bergerak karena faktor emisi GRK, khususnya GRK yang non-CO₂, bergantung kepada jenis bahan bakar dan teknologi penggunaan bahan bakar tersebut. Tabel 2.2 memperlihatkan perbedaan faktor emisi beberapa jenis bahan bakar untuk peralatan bergerak dan stasioner.

Tabel 2.2 Faktor Emisi GRK Peralatan Tak Bergerak dan Bergerak

Jenis Bahan bakar	FE Default IPCC 2006 sumber tak Bergerak, Ton/GJ			FE Default IPCC 2006 sumber bergerak, Ton /GJ		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gas Bumi /BBG	56 100	1	0.1	56 100	92	3
Premium (tanpa katalis)	-	-	-	69 300	33	3.2
Diesel (IDO/ADO)	74 100	3	0.6	74 100	3.9	3.9
Industrial/Residual Fuel Oil	77 400	3	0.6	-	-	-
Marine Fuel Oil (MFO)	-	-	-	77 400	7 ± 50%	2
Batubara (<i>sub-bituminous</i>)*	96 100	10	1.5	-	-	-

2.1 Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Stasioner

GRK yang diemisikan oleh pembakaran bahan bakar pada sumber stasioner adalah CO₂, CH₄ dan N₂O. Besarnya emisi GRK hasil pembakaran bahan bakar fosil bergantung pada banyak dan jenis bahan bakar yang dibakar. Banyaknya bahan bakar direpresentasikan sebagai data aktivitas sedangkan jenis bahan bakar direpresentasikan oleh faktor emisi. Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:

Persamaan 2	
Emisi Hasil Pembakaran Bahan Bakar	
$\text{Emisi GRK} \left(\frac{\text{kg}}{\text{thn}} \right) = \text{Konsumsi Energi} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{thn}} \right) \times \text{Faktor Emisi} \left(\frac{\text{kg}}{\text{TJ}} \right)$	

Faktor emisi menurut default IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg GRK/TJ). Di sisi lain data konsumsi energi yang tersedia umumnya dalam satuan fisik (ton batubara, kilo liter minyak diesel dll). Oleh karena itu sebelum digunakan pada Persamaan 2, data konsumsi energi harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan energi TJ (Terra Joule) dengan Persamaan 3.

Persamaan 3
<p>Konversi Dari Satuan Fisik ke Terra Joule</p> $\text{Konsumsi Energi (TJ)} = \text{Konsumsi Energi (sat. fisik)} \times \text{Nilai Kalor} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{sat.fisik}} \right)$

Contoh: konsumsi minyak solar 1000 liter, nilai kalor minyak solar 36×10^{-6} TJ/liter maka konsumsi minyak solar dalam TJ adalah:

$$\text{Konsumsi Solar} = 1000 \text{ liter} \times 36 \times 10^{-6} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{liter}} \right) = 36 \times 10^{-3} \text{ TJ}$$

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia berikut nilai kalor dari masing-masing bahan bakar diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 2.3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	33×10^{-6} TJ/liter	Kendaraan bermotor
Solar (HSD, ADO)	36×10^{-6} TJ/liter	Kendaraan bermotor, Pembangkit listrik
Minyak Diesel (IDO)	38×10^{-6} TJ/liter	Boiler industri, pembangkit listrik
MFO	40×10^{-6} TJ/liter 4.04×10^{-2} TJ/ton	Pembangkit listrik
Gas bumi	1.055×10^{-6} TJ/SCF 38.5×10^{-6} TJ/Nm ³	Industri, rumah tangga, restoran
LPG	47.3×10^{-6} TJ/kg	Rumah tangga, restoran
Batubara	18.9×10^{-3} TJ/ton	Pembangkit listrik, Industri
Catatan: *) termasuk Pertamina, Pertamina Plus		

HSD: High Speed Diesel
 ADO: Automotive Diesel Oil
 IDO: Industrial Diesel Oil

Pilihan Metodologi

Terdapat 3 Tier metodologi penghitungan emisi GRK dari pembakaran stasioner. Tier-1, Tier-2 maupun Tier-3 berdasarkan data penggunaan bahan bakar dan faktor emisi untuk jenis bahan bakar tertentu. Pada Tier-1 faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi default IPCC sedangkan pada Tier-2 faktor emisi yang digunakan adalah yang spesifik berlaku untuk bahan bakar yang digunakan di Indonesia. Pada Tier-3 faktor emisi memperhitungkan jenis teknologi pembakaran yang digunakan.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	faktor emisi berdasarkan jenis bahan bakar (2006 IPCC GL)
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	faktor emisi Indonesia berdasarkan jenis bahan bakar
TIER 3	Konsumsi bahan bakar berdasarkan teknologi pembakaran	faktor emisi teknologi tertentu berdasarkan jenis bahan bakar

Metoda Tier-1

Penghitungan emisi GRK Tier 1 memerlukan data berikut:

- Data banyaknya bahan bakar yang dibakar, dikelompokkan menurut jenis bahan bakar untuk masing-masing kategori sumber emisi (produsen energi, manufaktur, transportasi dll.)
- Faktor emisi default IPCC untuk masing-masing jenis bahan bakar dan penggunaan (stasioner atau mobile)

Persamaan yang digunakan untuk menentukan emisi GRK dari pembakaran adalah sebagai berikut:

Persamaan 4
$\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}} = \text{Konsumsi BB}_{\text{BB}} * \text{Faktor Emisi}_{\text{GRK, BB}}$

Persamaan 5
Total emisi menurut jenis GRK: $\text{Emisi}_{\text{GRK}} = \sum_{\text{BB}} \text{Emisi}_{\text{GRK, BB}}$

dimana:

- BB : Singkatan dari jenis Bahan Bakar (misal premium, batubara)
- $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}}$: EmisiGRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar(kg GRK)
- Konsumsi BB_{BB} : Banyaknya bahan bakar yangdibakar menurut jenis bahan bakar (dalam TJ)
- Faktor $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}}$: Faktor emisiGRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar (kg gas /TJ)

Metoda Tier-2

Pada metoda Tier-2 faktor emisi pada Persamaan 4 diganti dengan faktor emisi yang spesifik berlaku untuk Indonesia atau spesifik berlaku untuk suatu pabrik tertentu.

Faktor emisi yang spesifik suatu negaradapat dikembangkan dengan memperhitungkan data yang spesifik bagi negara tersebut misalnya kandungan karbon dalam bahan bakar, faktor oksidasi karbon, kualitas bahan bakar, dan bagi GRK non-CO2 memperhatikan data tertentu suatu negara(misalnya, kandungan karbon dalam bahan bakar yang digunakan, faktor oksidasikarbon, kualitas bahan bakar dan teknologi pembakaran yang digunakan (bagi GRK non-CO2).

Karena faktor emisi spesifik suatu negara telah memperhitungkan kondisi negara tersebut maka tingkat ketidakpastian (uncertainty) pada Tier-2 lebih baik dibanding dengan tingkat ketidakpastian pada Tier-1.

Metoda Tier-3

Pada Tier-3 persamaan yang digunakan untuk estimasi emisi GRK mirip dengan persamaan pada Tier-1 maupun Tier-2 namun pada Tier-3 konsumsi bahan bakar dan emission faktor yang digunakan dipilah-pilah menurut teknologi pembakaran bahan bakar. Penghitungan emisi GRK Tier-3 berdasarkan teknologi pembakaran menggunakan Persamaan 6.

Persamaan 6.
<p style="text-align: center;">Emisi GRK Menurut Teknologi</p> $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}} = \text{Konsumsi BB}_{\text{BB, teknologi}} * \text{Faktor Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}}$

dimana:

- BB : Singkatan dari bahan bakar
- $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}}$: Emisi GRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar tertentu dengan teknologi tertentu (kg GRK)
- $\text{Konsumsi BB}_{\text{BB, teknologi}}$: Banyaknya bahan bakar yang dibakar menurut jenis bahan bakar dan menurut teknologi penggunaan (dalam TJ)
- $\text{Faktor Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}}$: Faktor emisi GRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar dan jenis teknologi (kg gas/TJ)

Apabila banyaknya bahan bakar yang dibakar oleh suatu jenis teknologi tertentu tidak diketahui secara langsung maka dapat digunakan model perkiraan berdasarkan penetrasi teknologi sebagai berikut.

Persamaan 7
<p style="text-align: center;">Estimasi Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Penetrasi Teknologi</p> $\text{Konsumsi BB}_{\text{BB, teknologi}} = \text{Konsumsi BB}_{\text{BB}} * \text{Penetrasi}_{\text{teknologi}}$

dimana:

- $\text{Konsumsi BB}_{\text{BB}}$: Banyaknya bahan bakar yang dibakar menurut jenis bahan bakar (dalam TJ)
- $\text{Penetrasi}_{\text{teknologi}}$: Fraksi dari suatu kategori sumber yang menggunakan suatu jenis teknologi tertentu

Estimasi emisi GRK kegiatan energi secara keseluruhan untuk suatu kategori sumber tertentu (misal kategori produsen energi) dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 8
<p style="text-align: center;">Estimasi Emisi Berbasis Teknologi</p> $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB}} = \sum_{\text{teknologi}} \text{Konsumsi BB}_{\text{BB, teknologi}} * \text{Faktor Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}}$

dimana:

Konsumsi $\text{BB}_{\text{BB, teknologi}}$: Banyaknya bahan bakar yang dibakar menurut jenis bahan bakar dan menurut teknologi penggunaan (dalam TJ)

Faktor $\text{Emisi}_{\text{GRK, BB, teknologi}}$: Faktor emisi GRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar dan jenis teknologi (kg gas/TJ)

Perhitungan emisi GRK berbasis teknologi ini dilakukan karena faktor emisi suatu jenis/tipe teknologi berbeda satu sama lain. Sebagai contoh faktor emisi suatu burner gas konvensional berbeda dengan faktor emisi burner gas yang dilengkapi dengan controller.

Faktor Emisi Default IPCC

Faktor emisi default IPCC untuk penghitungan emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber yang stasioner diperlihatkan pada Tabel 2.4 hingga Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.4 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Industri Energi (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto)

Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Default F.E	Lower	Upper	Default F.E	Lower	Upper	Default F.E	Lower	Upper
Minyak mentah	73 300	71 100	75500	3	1	10	0.6	0.2	2
NGL	64 200	58 300	70400	3	1	10	0.6	0.2	2
Premium	69 300	67 500	73000	3	1	10	0.6	0.2	2
Avgas	70 000	67 500	73000	3	1	10	0.6	0.2	2
Avtur	71 500	69 700	74400	3	1	10	0.6	0.2	2
Solar/ADO/HSD/IDO	74 100	72 600	74800	3	1	10	0.6	0.2	2
MFO	77 400	75 500	78800	3	1	10	0.6	0.2	2

Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Default F.E	Lower	Upper	Default F.E	Lower	Upper	Default F.E	Lower	Upper
LPG	63 100	61 600	65600	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
Petroleum Coke	97 500	82 900	115000	3	1	10	0.6	0.2	2
Batubara antrasit	98 300	94 600	101000	1	0.3	3	1.5	0.5	5
Batubara sub-bituminous	96 100	92 800	100000	1	0.3	3	1.5	0.5	5
Lignite	101 000	90 900	115000	1	0.3	3	1.5	0.5	5
Gas bumi	56 100	54 300	58300	1	0.3	3	0.1	0.03	0.
NGL= Natural Gas Liquids atau Kondensat ADO= Automotive Diesel Oil (=Solar) HSD= High Speed Diesel (= Solar) IDO = Industrial Diesel Oil (=Minyak Diesel) MFO = Marine Fuel Oil									

Tabel 2.5 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Industri Manufaktur (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto)

Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper
Crude Oil	73300	71100	75500	3	1	10	0.6	0.2	2
NGL	64200	58300	70400	3	1	10	0.6	0.2	2
Premium	69300	67500	73000	3	1	10	0.6	0.2	2
Avgas	7000	67500	73000	3	1	10	0.6	0.2	2
Avtur	71500	69700	74400	3	1	10	0.6	0.2	2
Solar/ADO/HSD/IDO	74100	72600	74800	3	1	10	0.6	0.2	2
MFO	77400	75500	78800	3	1	10	0.6	0.2	2
LPG	63100	61600	65600	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
Petroleum Coke	97500	82900	115000	3	1	10	0.6	0.2	2
Refinery Gas	57600	48200	69000	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
Batubara antrasit	98 300	94600	101000	10	3	30	1.5	0.5	5
Batubara sub-bituminous	96 100	92800	100000	10	3	30	1.5	0.5	5
Lignite	101000	90900	115000	10	3	30	1.5	0.5	5
Gas bumi	56 100	54300	58300	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
NGL= Natural Gas Liquids atau Kondensat ADO= Automotive Diesel Oil (=Solar) HSD= High Speed Diesel (= Solar) IDO = Industrial Diesel Oil (=Minyak Diesel) MFO = Marine Fuel Oil									

Tabel 2.6 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Bangunan Komersial (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto)

Fuel	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
------	-----------------	-----------------	------------------

	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper
NGL	64200	58300	70400	10	3	30	0.6	0.2	2
Solar	74100	72600	74800	10	3	30	0.6	0.2	2
MFO	77400	75500	78800	10	3	30	0.6	0.2	2
LPG	63100	61600	65600	5	1.5	15	0.1	0.03	0.3
Gas Bumi	56100	54300	58300	5	1.5	15	0.1	0.03	0.3
NGL= Natural Gas Liquids atau Kondensat MFO = Marine Fuel Oil									

Tabel 2.7 Faktor Emisi Pembakaran Stasioner di Rumah Tangga dan Pertanian/Kehutanan/Perikanan (kg GRK per TJ Nilai Kalor Netto)

Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper	Default FE	Lower	Upper
NGL	64200	58300	70400	10	3	30	0.6	0.2	2
Solar/ADO/HSD	74100	72600	74800	10	3	30	0.6	0.2	2
MFO	77400	75500	78800	10	3	30	0.6	0.2	2
M.Tanah	71900	70800	73700	10	3	30	0.6	0.2	2
LPG	63100	61600	65600	5	1.5	15	0.1	0.03	0.3
Gas Bumi	56100	54300	58300	5	1.5	15	0.1	0.03	0.3
NGL= Natural Gas Liquids atau Kondensat ADO= Automotive Diesel Oil (=Solar) HSD= High Speed Diesel (= Solar) MFO = Marine Fuel Oil									

Contoh Perhitungan

Perhitungan emisi GRK pendekatan sektoral pada kegiatan pembangkit listrik berbahan bakar diesel oil dan residual oil

Data konsumsi bahan bakar:

- Diesel oil = 3.165.840 kL
- Residual oil = 1.858.568 kL

Data nilai kalor:

- Diesel oil: 37 MJ/liter (0,037 TJ/kL)
- Residual oil: 38 MJ/liter (0,038 TJ/kL)

Data Faktor Emisi:

- Diesel oil: CO₂ = 73.326 kg/TJ ; CH₄ = 3 kg /TJ ; N₂O= 0,6 kg/TJ
- Residual oil: CO₂ = 76.593 kg/TJ; CH₄ = 3 kg /TJ ; N₂O= 0,6 kg/TJ

Langkah perhitungan dengan spreadsheet (perhatikan contoh spreadsheet Tabel 2.7):

1. Masukkan volume konsumsi bahan bakar pada kolom A (*baris diesel oil: 3.165.840 kL, baris residual oil: 1.858.568 kL*)
2. Masukkan nilai kalor ke kolom B (*baris diesel oil: 0,037 TJ/kL, baris residual oil: 0,038 TJ/kL*)
3. Pada kolom C konversikan volume konsumsi dari kilo liter menjadi TJ dengan cara kalikan volum dengan nilai kalor (*baris diesel oil: $3.165.840 \text{ kL} \times 0,037 \text{ TJ/kL} = 118\,434\,061 \text{ TJ}$; baris residual oil: $1.858.568 \text{ kL} \times 0,038 \text{ TJ/kL} = 71\,331\,840 \text{ TJ}$*)
4. Masukkan Faktor Emisi CO₂ pada kolom D (*baris diesel oil: 73.326 kg/TJ; baris residual oil: 76.593 kg/TJ*)
5. Pada kolom E hitung besarnya emisi CO₂ dengan cara kalikan kolom C dengan kolom D dan bagi dengan 10⁶ untuk konversi dari kg ke giga gram (*baris disel oil: $118\,434\,061 \text{ TJ} \times 73.326 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 8\,684\,296 \text{ Gg CO}_2$; baris residual oil: $71\,331\,840 \text{ TJ} \times 76.593 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 5\,463\,520 \text{ Ggram CO}_2$*)
6. Masukkan Faktor Emisi CH₄ ke kolom F (*baris diesel oil: 3 kg /TJ; baris residual oil: 3 kg /TJ*)
7. Pada kolom G hitung besarnya emisi CH₄ dengan cara kalikan kolom C dengan kolom F dan bagi dengan 10⁶ untuk konversi dari kg ke giga gram (*baris disel oil: $118\,434\,061 \text{ TJ} \times 3 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 0,355 \text{ Gg CH}_4$; baris residual oil: $71\,331\,840 \text{ TJ} \times 3 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 0,214 \text{ Ggram CH}_4$*)
8. Masukkan Faktor Emisi N₂O ke kolom H (*baris diesel oil: 0,6 kg /TJ; baris residual oil: 0,6 kg /TJ*)
9. Pada kolom I hitung besarnya emisi N₂O dengan cara kalikan kolom C dengan kolom F dan bagi dengan 10⁶ untuk konversi dari kg ke giga gram (*baris disel oil: $118\,434\,061 \text{ TJ} \times 0,6 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 0,071 \text{ Gg N}_2\text{O}$; baris residual oil: $71\,331\,840 \text{ TJ} \times 0,6 \text{ kg/TJ} / 10^6 = 0,043 \text{ Ggram N}_2\text{O}$*)

Tabel 2.8 Contoh perhitungan emisi GRK pendekatan sektoral kasus pembangkit listrik dengan spreadsheet

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 (kJ)	B Conversion Factor ^(b) (TJ/kJ)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10 ⁶		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	3,165,840	0.037	118,434.061	73,326	8,684.296	3	0.355	0.6	0.071
Residual Fuel Oil	1,858,568	0.038	71,331.840	76,593	5,463.520	3	0.214	0.6	0.043
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

2.2 Pembakaran Bahan Bakar Pada Sumber Bergerak

Emisi GRK dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak adalah emisi GRK dari kegiatan transportasi, meliputi transportasi darat (jalan raya, off road, kereta api), transportasi melalui air (sungai atau laut) dan transportasi melalui udara (pesawat terbang). GRK yang diemisikan oleh pembakaran bahan bakar di sektor transportasi adalah CO₂, CH₄ dan N₂O.

Transportasi Jalan Raya

Sumber emisi dari transportasi jalan raya meliputi mobil pribadi (sedan, minivan, jeep dll.), kendaraan niaga (bus, minibus, pick-up, truk dll), dan sepeda motor.

Estimasi Emisi CO₂

Estimasi emisi CO₂ dari transportasi jalan raya dapat dilakukan dengan Tier-1 atau Tier-2.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Kandungan karbon berdasarkan jenis bahan bakar
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Kandungan karbon berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia

Metoda Tier-1

Berdasarkan Tier-1 emisi CO₂ dihitung dengan persamaan:

Persamaan 9
<p>Emisi CO₂ dari Transportasi Jalan Raya</p> $\text{Emisi} = \sum_a \text{Konsumsi BB}_a * \text{Faktor Emisi}_a$

dimana:

- Emisi : Emisi CO₂
 Konsumsi BB_a : Bahan bakar dikonsumsi = dijual
 Faktor Emisi_a : Faktor emisi CO₂ menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ), default IPCC 2006
 a : Jenis bahan bakar (premium, solar)

Metoda Tier-2

Estimasi emisi CO₂ dengan Tier-2 pada dasarnya sama dengan Tier-1 namun dengan faktor emisi masing-masing jenis bahan bakar yang spesifik bagi Indonesia.

Emisi CH₄ dan N₂O

Emisi CH₄ dan N₂O pada pembakaran bahan bakar dipengaruhi oleh teknologi dan sistem pengendalian emisi pada kendaraan. Estimasi emisi CH₄ dan N₂O dapat dilakukan berdasarkan Tier-1, Tier-2 atau Tier-3.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	faktor emisi berdasarkan jenis bahan bakar
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar, sub-kategori kendaraan	faktor emisi berdasarkan jenis bahan bakar, sub-kategori kendaraan
TIER 3	Jarak yang ditempuh	faktor emisi berdasarkan sub-kategori kendaraan

Metoda Tier-1

Berdasarkan Tier-1, persamaan yang digunakan untuk estimasi CH₄ dan N₂O untuk kendaraan jalan raya adalah sebagai berikut:

Persamaan 10
<p>Tier-1 Emisi CH₄ dan N₂O Transportasi Jalan Raya</p> $\text{Emisi} = \sum_a \text{Konsumsi BB}_a * \text{Faktor Emisi}_a$

dimana:

- Emisi : Emisi CH₄ atau N₂O
- Konsumsi BB_a : Bahan bakar dikonsumsi = dijual
- Faktor Emisi_a : Faktor emisi CH₄ atau N₂O menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ), default IPCC 2006
- a : Jenis bahan bakar (premium, solar)

Metoda Tier-2

Emisi CH₄ dan N₂O suatu kendaraan bergantung pada jenis bahan bakar dan jenis teknologi pengendalian pembakaran. Oleh karena itu pada Tier-2, estimasi CH₄ dan N₂O memperhitungkan jenis kendaraan dan teknologi pengendalian. Persamaan yang digunakan untuk estimasi CH₄ dan N₂O menurut Tier-2 adalah sebagai berikut:

Persamaan 11
Tier-2 Emisi CH ₄ dan N ₂ O Transportasi Jalan Raya $\text{Emisi} = \sum_{a,b,c} \text{Konsumsi BB}_{a,b,c} * \text{Faktor Emisi}_{a,b,c}$

dimana:

Emisi	: Emisi CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB _{a,b,c}	: Bahan bakar dikonsumsi = dijual
Faktor Emisi _{a,b,c}	: Faktor emisi CH ₄ atau N ₂ O menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ)
a	: Jenis bahan bakar (premium, solar)
b	: tipe kendaraan
c	: peralatan pengendalian emisi

Metoda Tier-3

Pada Tier 3 selain faktor-faktor yang telah disampaikan pada Tier 1 dan 2, faktor jarak tempuh kendaraan dan emisi pada saat start-up juga diperhitungkan. Persamaan Tier 3 estimasi emisi CH₄ dan CO₂ adalah sebagai berikut

Persamaan 12
Tier-3 Emisi CH ₄ dan N ₂ O Transportasi Jalan Raya $\text{Emisi} = \sum_{a,b,c,d} [\text{Jarak Tempuh}_{a,b,c,d} * \text{FE}_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$

dimana:

Emisi	: Emisi CH ₄ atau N ₂ O, kg
Jarak Tempuh _{a,b,c,d}	: Jarak tempuh kendaraan, km
Faktor Emisi _{a,b,c,d}	: Faktor emisi CH ₄ atau N ₂ O (kg gas/km)
C	: Emisi pada saat pemanasan kendaraan, kg

- a : Jenis bahan bakar (bensin, solar, batubara dll.)
- b : Tipe kendaraan
- c : Teknologi pengendalian pencemaran
- d : Kondisi operasi (kualitas jalan kota, desa dll.)

Kereta Api

Dari segi sumber energinya, di Indonesia terdapat dua jenis kereta api yaitu berbahan bakar diesel (KRD) atau menggunakan tenaga listrik (KRL). Bagi KRL emisi GRK terjadi pada sisi pembangkit listrik sedangkan pada KRD emisi terjadi pada kereta api dan diperhitungkan sebagai sumber emisi dari pembakaran yang bergerak.

Emisi CO₂

Terdapat 2 Tier perhitungan emisi CO₂ dari kereta api yaitu Tier-1 dan Tier-2.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Kandungan karbon baku berdasarkan jenis bahan bakar, default IPCC 2006
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Kandungan karbon berdasarkan jenis bahan bakar di Indonesia

Metoda Tier-1

Estimasi emisi CO₂ Tier-1 kereta api berdasarkan pada data aktivitas (konsumsi bahan bakar) dan faktor emisi dengan persamaan berikut:

Persamaan 13
<p style="text-align: center;">Tier-1 Emisi CO₂ Kereta Api</p> $\text{Emisi} = \sum_j \text{Konsumsi BB}_j * \text{Faktor Emisi}_j$

dimana:

Emisi Emisi CO₂

BB : Singkatan dari Bahan Bakar

Faktor Emisi_j : Faktor emisi CO₂ menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ), default IPCC 2006

j Jenis bahan bakar (premium, solar)

Metoda Tier-2

Estimasi emisi CO₂ Tier-2 kereta api pada dasarnya sama dengan Tier-1 yaitu berdasarkan pada data aktivitas dan faktor emisi namun pada Tier-2 faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi spesifik Indonesia.

Emisi CH₄ dan N₂O

Emisi CH₄ dan N₂O pada pembakaran bahan bakar dipengaruhi oleh teknologi kereta api. Estimasi emisi CH₄ dan N₂O dapat dilakukan berdasarkan Tier-1, Tier-2 atau Tier-3.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Faktor emisi baku berdasarkan jenis bahan bakar, default IPCC 2006
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar, tipe lokomotif	Faktor emisi Indonesia berdasarkan jenis bahan bakar, tipe lokomotif
TIER 3	Data aktivitas lokomotif tertentu	Faktor emisi Indonesia berdasarkan jenis bahan bakar, tipe lokomotif

Metoda Tier-1

Estimasi emisi CH₄ dan N₂O menurut metoda Tier-1 berdasarkan pada data aktivitas dan faktor emisi default IPCC 2006 menurut jenis bahan bakarnya dengan persamaan berikut:

Persamaan 14

Tier-1 Emisi CH₄ dan N₂O Kereta Api

$$\text{Emisi} = \sum_a \text{Konsumsi BB}_a * \text{Faktor Emisi}_a$$

dimana:

Emisi	:	Emisi CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB _a	:	Bahan bakar dikonsumsi kereta api
Faktor Emisi _a	:	Faktor emisi CH ₄ atau N ₂ O menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ)
a	:	Jenis bahan bakar (solar, IDO dll.)

Metoda Tier-2

Pada metodologi Tier-2 estimasi emisi CH₄ dan N₂O memperhitungkan jenis teknologi lokomotif yang digunakan.

Persamaan 15

Tier-2 Emisi CH₄ dan N₂O Kereta Api

$$\text{Emisi} = \sum_i \text{Konsumsi BB}_i * \text{Faktor Emisi}_i$$

dimana:

Emisi	:	Emisi CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB _i	:	Bahan bakar dikonsumsi lokomotif tipe i
Faktor Emisi _i	:	Faktor emisi CH ₄ atau N ₂ O untuk lokomotif tipe i (kg gas/TJ)
i	:	tipe lokomotif

Metoda Tier-3

Pada metoda Tier-3 emisi CH₄ dan N₂O dihitung dengan menggunakan model penggunaan kereta api. Model tersebut memperhitungkan tipe lokomotif dan jam kerja kereta api (Persamaan 2.15).

Persamaan 16

Tier-3 Emisi CH₄ dan N₂O Kereta Api

$$\text{Emisi} = \sum_i N_i \cdot H_i \cdot P_i \cdot L F_i \cdot E F_i$$

dimana:

- N_i : Jumlah lokomotif jenis i
 H_i : Jam kerja tahun lokomotif tipe i (jam)
 P_i : Daya rata-rata lokomotif i (kW)
 $L F_i$: Faktor beban kereta api (antara 0 dan 1)
 $E F_i$: Faktor emisi lokomotif tipe i (kg/kWh)
 i : tipe lokomotif dan jenis perjalanan (angkutan barang, antar kota, regional dll.)

Transportasi Melalui Air

Kategori sumber emisi dari kegiatan transportasi melalui air meliputi semua angkutan yang menggunakan air (sungai atau laut) mulai dari kendaraan rekreasi berukuran kecil di danau-danau hingga kapal barang berukuran besar kelas samudera. Transportasi melalui air yang berbahan bakar energi fosil menghasilkan CO₂, CH₄ dan N₂O, dan juga CO, NMVOCs, SO₂, particulate matter (PM) dan NO_x.

Emisi GRK angkutan air dapat diperkirakan dengan metodologi Tier-1 atau Tier-2. Pada Tier-1 estimasi berdasarkan konsumsi bahan bakar dan jenis bahan bakar sedangkan pada Tier-2 estimasi berdasarkan konsumsi bahan bakar, jenis bahan bakar dan tipe mesin kapal yang digunakan.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Faktor emisi baku berdasarkan jenis bahan bakar
TIER 2	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar, tipe mesin	Faktor emisi tertentu suatu negara berdasarkan jenis bahan bakar, factor emisi mesin tertentu berdasarkan jenis bahan bakar

Metoda Tier-1

Estimasi emisi CO₂, CH₄ dan N₂O menurut metoda Tier-1 berdasarkan pada data aktivitas dan faktor emisi default menurut jenis bahan bakarnya dengan persamaan berikut:

Persamaan 17
<p>Tier-1 Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O Angkutan Air</p> $\text{Emisi} = \sum_a \text{Konsumsi BB}_a * \text{Faktor Emisi}_a$

dimana:

Emisi	: Emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB _a	: Bahan bakar dikonsumsi kereta api
Faktor Emisi _a	: Faktor emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O menurut jenis bahan bakar (kg gas/TJ)
a	: Jenis bahan bakar (solar, IDO dll.)

Metoda Tier-2

Pada metodologi Tier-2 estimasi emisi memperhitungkan jenis kapal dan mesin yang digunakan.

Persamaan 18
<p>Tier-2 Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O Angkutan Air</p> $\text{Emisi} = \sum_{ab} \text{Konsumsi BB}_{ab} * \text{Faktor Emisi}_{ab}$

dimana:

Emisi	: Emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB _{ab}	: Bahan bakar dikonsumsi
Faktor Emisi _{ab}	: Faktor emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O (kg gas/TJ)
a	: Jenis bahan bakar
b	: Jenis kapal atau mesin

Penerbangan Sipil

Emisi dari penerbangan berasal dari pembakaran bahan bakar avtur atau avgas. Emisi pesawat terbang rata-rata terdiri atas sekitar 70% CO₂ dan setidaknya 30% air serta gas NO_x, CO, SO_x, NMVOC, particulates (masing-masing kurang dari 1%). Mesin-mesin pesawat modern sangat sedikit bahkan tidak menghasilkan N₂O dan CH₄.

Dalam konteks estimasi GRK, operasi pesawat terbang terdiri atas (1) *Landing/Take-Off (LTO) cycle* dan (2) *Cruise*. Pada umumnya sekitar 10% emisi penerbangan kecuali hidrokarbon dan CO terjadi di operasi darat dan saat LTO. Sekitar 90% emisi terjadi saat penerbangan. Emisi hidrokarbon dan CO 30% terjadi pada saat di darat dan 70% terjadi saat penerbangan.

Terdapat 3 tier metodologi estimasi GRK penerbangan. Metoda Tier-1 dan Tier-2 menggunakan data konsumsi bahan bakar. Tier-1 murni berdasarkan konsumsi bahan bakar sedangkan pada Tier-2 berdasarkan konsumsi bahan bakar dan frekuensi LTO. Pada metodologi Tier-3 estimasi emisi memperhitungkan data pergerakan dari masing-masing pesawat terbang.

TIER	Data Aktivitas	Faktor Emisi
TIER 1	Konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis bahan bakar	Faktor emisi baku berdasarkan jenis bahan bakar
TIER 2	Konsumsi bahan bakar dan jumlah operasi LTO (<i>Landing and Take off</i>) berdasarkan operasi (LTO dan perjalanan)	Faktor emisi berdasarkan operasi
TIER 3A	Data penerbangan aktual, rata-rata konsumsi bahan bakar	data emisi untuk tahap LTO dan berbagai panjang fase penerbangan
TIER 3B	Penerbangan lintasan penuh setiap segmen penerbangan menggunakan pesawat	informasi kinerja aerodinamis mesin khusus

Metoda Tier-1

Metodologi Tier-1 menggunakan data agregat konsumsi bahan bakar (gabungan konsumsi saat di darat dan saat terbang) dan faktor emisi per jenis bahan bakar yang digunakan.

Persamaan 19
<p>Tier-1 Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O Penerbangan</p> $\text{Emisi} = \text{Konsumsi BB} * \text{Faktor Emisi}$

dimana:

Emisi	: Emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O
Konsumsi BB	: Konsumsi avgas
Faktor Emisi	: Faktor emisi CO ₂ , CH ₄ atau N ₂ O (kg gas/TJ)

Tier-1 sebaiknya hanya digunakan untuk estimasi emisi dari pesawat berbahan bakar avgas. Tier-1 dapat digunakan untuk estimasi emisi pesawat berbahan bakar avtur bila data operasional pesawat terbang tidak ada.

Metoda Tier-2

Metodologi Tier-2 digunakan untuk estimasi GRK dari pesawat berbahan bakar avtur. Dalam metodologi ini operasi pesawat terbagi atas LTO dan terbang (cruise). Untuk dapat menggunakan Tier-2 data LTO dan cruise harus diketahui.

Langkah-langkah perhitungan emisi GRK dengan metoda Tier-2 adalah sebagai berikut:

- Perkirakan konsumsi bahan bakar pesawat untuk domestic dan internasional
- Perkirakan konsumsi bahan bakar LTO untuk domestic dan internasional
- Perkirakan konsumsi bahan bakar saat cruise untuk domestic dan internasional
- Hitung emisi saat LTO dan saat cruise untuk domestic dan internasional

Persamaan-persamaan untuk estimasi emisi GRK dengan metoda Tier-2 adalah sebagai berikut:

Persamaan 20
<p>Tier-2 Persamaan Penerbangan (1)</p>

$\text{Emisi} = \text{Emisi LTO} + \text{Emisi Cruise}$

Persamaan 21
<p>Tier-2 Persamaan Penerbangan (2)</p> $\text{Emisi LTO} = \text{Konsumsi LTO} \bullet \text{Faktor Emisi LTO}$

Persamaan 22
<p>Tier-2 Persamaan Penerbangan (3)</p> $\text{Konsumsi LTO} = \text{Jumlah LTO} \bullet \text{Konsumsi per LTO}$
Persamaan 23
<p>Tier-2 Persamaan Penerbangan (4)</p> $\text{Emisi Cruise} = (\text{Konsumsi total} - \text{Konsumsi LTO}) \bullet \text{Faktor Emisi Cruise}$

Metoda Tier-3

Metodologi Tier-3 berdasarkan data pergerakan pesawat terbang. Metodologi ini terbagi atas Tier-3A dan Tier-3B. Metoda Tier-3A berdasarkan data “asal dan tujuan” (origin and destination) pesawat sedangkan metoda Tier-3B berdasarkan data lengkap trajektori/lintasan pesawat terbang. Contoh estimasi Tier-3 pesawat terbang dapat dilihat di EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA 2002).

Faktor Emisi

Faktor emisi default IPCC untuk pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak diperlihatkan pada Tabel 2.9 hingga Tabel 2.13.

Tabel 2.9 Faktor Emisi CO₂ Default Transportasi Jalan Raya

Fuel Type	Default (kg/TJ)	Lower	Upper
Motor Gasoline	69 300	67 500	73 000
Gas/ Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Liquefied Petroleum Gases	63 100	61 600	65 600
Kerosene	71 900	70 800	73 700
Compressed Natural Gas	56 100	54 300	58 300
Liquefied Natural Gas	56 100	54 300	58 300

Tabel 2.10 Faktor Emisi N₂O AND CH₄ Default Transportasi Jalan Raya

Fuel Type/Representative Vehicle Category	CH ₄			N ₂ O		
	(kg /TJ)			(kg /TJ)		
	Default	Lower	Upper	Default	Lower	Upper
Premium-Uncontrolled (b)	33	9.6	110	3.2	0.96	11
Premium-dgn Catalyst	25	7.5	86	8.0	2.6	24
Solar /ADO	3.9	1.6	9.5	3.9	1.3	12
Gas Bumi (CNG)	92	50	1540	3	1	77
LPG	62	na	Na	0.2	na	na
Ethanol, truk, USA	260	77	880	41	13	123
Ethanol, sedan, Brazil	18	13	84	na	na	na

Tabel 2.11 Faktor Emisi Default Kereta Api

Gas	Diesel (kg/TJ)		
	Default	Lower	Upper
CO ₂	74 100	72 600	74 800
CH ₄	4.15	1.67	10.4
N ₂ O	28.6	14.3	85.8

Tabel 2.12 Faktor Emisi CO₂ Default Angkutan Air

kg/TJ			
Fuel	Default	Lower	Upper
Premium	69 300	67 500	73 000
M. Tanah	71 900	70 800	73 600
Solar	74 100	72 600	74 800
MFO	77 400	75 500	78 800
LPG	63 100	61 600	65 600
Natural Gas	56 100	54 300	58 300

Tabel 2.13 Faktor Emisi Default CH₄ dan N₂O Kapal Samudera

	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Kapal Samudera	7 ± 50%	2 +140% -40%

III. ESTIMASI EMISI GRK DARI FUGITIVE

Emisi Fugitive (*Fugitive Emissions*) mencakup semua emisi GRK yang sengaja maupun tidak disengaja terlepas pada kegiatan produksi bahan bakar primer (minyak mentah, batubara, gas bumi), pengolahan, penyimpanan, dan penyaluran bahan bakar ke titik penggunaan akhir.

Emisi fugitive terjadi pada sistem bahan bakar padat (batubara) dan sistem bahan bakar minyak dan gas bumi. Dalam jumlah yang relatif tidak signifikan emisi fugitive juga terjadi sistem energi panas bumi.

Pengelompokan emisi fugitive menurut kegiatan energi diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sumber Emisi Fugitive Kegiatan Energi

Kode	Kategori	Sumber Emisi dan Kegiatan
1 B 1	Bahan bakar padat	a. Penambangan dan penanganan batubara <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • Pelepasan (<i>Venting</i>) • Suar bakar (<i>Flaring</i>) • Lainnya
		b. Gas bumi <ul style="list-style-type: none"> • Pelepasan (<i>Venting</i>) • Suar bakar (<i>Flaring</i>) • Lainnya

3.1 Emisi Fugitive Kegiatan Batubara

Di dalam formasi batubara terdapat gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) yang terperangkap di dalam lapisan batubara (*seam gas*). Pada saat batubara ditambang, gas-gas tersebut terlepas dan keluar dari lapisan batubara menuju atmosfer. Gas-gas yang terlepas pada kegiatan pada penambangan batubara dikategorikan sebagai emisi fugitive. Selain emisi fugitive dari terlepasnya seam

gas, penambangan batubara juga melepaskan GRK fugitive dari lepasnya gas-gas dari bongkahan batubara pada kegiatan pengangkutan dan oksidasi batubara pada saat penanganan batubara yang telah ditambang. Kategori emisi fugitive dari kegiatan penambangan batubara adalah sebagai berikut:

- Emisi saat penambangan (*Mining emissions*) yaitu emisi yang berasal dari *stored gas* yang terbebas saat proses penambangan batubara.
- Emisi setelah penambangan (*Post-mining emissions*) yaitu emisi yang berasal pada saat penanganan, pemrosesan, dan transportasi batubara.
- Emisi oksidasi temperatur rendah (*Low temperature oxidation*) yaitu emisi yang timbul akibat teroksidasinya batubara dengan oksigen dalam udara, membentuk CO₂. Namun laju pembentukan CO₂ pada proses ini sangat kecil.
- Emisi dari kebakaran tak terkendali (*Uncontrolled combustion*) terjadi akibat proses *low temperature oxidation* yang terjebak, sehingga menghasilkan panas dan meningkatkan temperatur sehingga terjadi kebakaran batubara.

Rangkuman sumber utama emisi fugitive pada penambangan batubara diperlihatkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Sumber Utama Emisi Fugitive Batubara

1	<i>Underground mines</i>	
	<i>Mining</i>	Emisi <i>seam gas</i> yang terlepas ke atmosfer dari sistem degasifikasi dan ventilasi udara lapangan batubara
	<i>Post-mining seam gas emissions</i>	Emisi CH ₄ dan CO ₂ setelah batubara ditambang, dibawa ke permukaan, dan kemudian diproses, disimpan dan ditransportasi.
	<i>Abandoned underground mines</i>	Emisi CH ₄ dari <i>abandoned underground mines</i>
	<i>Flaring of drained methane or conversion of methane to CO₂</i>	CH ₄ yang di <i>flare</i> atau dikonversi menjadi CO ₂ melalui proses oksidasi
2	<i>Surface mines</i>	
	<i>Mining</i>	Emisi CH ₄ dan CO ₂ pada saat penambangan batubara
	<i>Post-mining seam gas emissions</i>	Emisi CH ₄ dan CO ₂ setelah batubara ditambang, dibawa ke permukaan, dan kemudian diproses, disimpan dan ditransportasi.

	<i>Uncontrolled combustion and burning coal dumps</i>	Emisi CO ₂ dari pembakaran tak terkendali akibat aktivitas ledakan batubara
--	---	--

Pilihan Metodologi Perhitungan

Terdapat 3 pilihan Tier metodologi estimasi fugitive dari kegiatan batubara. Tier-1 berdasarkan data produksi batubara dan faktor emisi default IPCC. Tier-2 berdasarkan data produksi batubara dan faktor emisi yang berlaku bagi tambang-tambang di Indonesia. Tier-3 berdasarkan pengukuran emisi secara langsung.

Tambang Bawah Tanah

Emisi fugitive dari proses penambangan bawah tanah (underground mining) timbul dari sistem ventilasi dan degasifikasi dimana emisi CH₄ dari seam gas yang terlepas saat penambangan dikumpulkan dan dialirkan ke suatu titik tertentu. Emisi ini umumnya keluar dari sejumlah kecil lokasi yang terpusat dan dapat dianggap sebagai titik sumber. Untuk Tier-1 maupun Tier-2 estimasi emisi fugitive menggunakan persamaan berikut:

Persamaan 24
Estimasi emisi fugitive tambang bawah tanah (Tier-1 dan Tier-2) Emisi GRK _{um} = produksi batubara x faktor emisi x faktor konversi satuan

dimana:

Emisi GRK _{um}	: emisi CH ₄ penambangan bawah tanah (Gg/tahun)
Faktor emisi	: faktor emisi CH ₄ (m ³ /ton)
Produksi batubara	: ton/tahun
Faktor emisi (FE):	
FE CH ₄ rendah	: 10 m ³ /ton (kedalaman tambang <200 m)
FE CH ₄ rata-rata	: 18 m ³ /ton
FE CH ₄ tinggi	: 25 m ³ /ton (kedalaman tambang >400 m)
Faktor konversi satuan	= densitas CH ₄ = 0.67 x 10 ⁻⁶ Gg/m ³ (pada 20°C, 1 atm). Faktor ini mengkonversi volume CH ₄ ke massa CH ₄ .

Emisi fugitive kategori post mining diperkirakan berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi dengan persamaan berikut:

Persamaan 25
Estimasi emisi fugitive post mining, Tier-1 dan Tier-2

$\text{Emisi GRK}_{\text{pm}} = \text{produksi batubara} \times \text{faktor emisi} \times \text{faktor konversi satuan}$

dimana:

Emisi GRK_{pm} : emisi CH_4 post mining (Gg/tahun)

Faktor emisi : faktor emisi CH_4 (m^3/ton)

Produksi batubara : ton/tahun

Faktor emisi:

FE CH_4 rendah : $0.9 \text{ m}^3/\text{ton}$

FE CH_4 rata-rata : $2.5 \text{ m}^3/\text{ton}$

FE CH_4 tinggi : $4.0 \text{ m}^3/\text{ton}$

Faktor konversi satuan = densitas $\text{CH}_4 = 0.67 \times 10^{-6} \text{ Gg}/\text{m}^3$ (pada 20°C , 1 atm).
Faktor ini mengkonversi volume CH_4 ke massa CH_4 .

Apabila penambangan dilengkapi dengan sistem flaring bagi gas metana yang lepas pada proses penambangan, maka emisi fugitive dari penambangan bawah tanah dikoreksi menjadi persamaan berikut:

Persamaan 26
<p>Estimasi emisi fugitive dengan koreksi terhadap recovery metana, Tier-1 dan Tier-2</p> $\text{Emisi CH}_4 = \text{emisi CH}_{4,\text{um}} + \text{emisi CH}_{4,\text{pm}} - \text{CH}_4 \text{ recovery}$

Recovery metana melalui pembakaran menghasilkan CO_2 . Besarnya CO_2 hasil flare dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 27
<p>Estimasi emisi CO_2 dari flare recovery metana, Tier-1 dan Tier-2</p> $\text{Emisi CO}_2 \text{ dari flare} = 0.98 \times \text{vol. CH}_4 \text{ flare} \times \text{faktor konversi} \times \text{faktor stoikiometri}$

Emisi CH_4 pada flare yang tidak terbakar dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 28
<p>Estimasi emisi CH_4 tak terbakar, Tier-1 dan Tier-2</p> $\text{Emisi CH}_4 \text{ tak terbakar} = 0.02 \times \text{volume CH}_4 \text{ flare} \times \text{faktor konversi satuan}$

dimana:

Emisi CO₂ dari flare : Gg/tahun
 Volume CH₄ flare : m³/tahun
 Faktor stoikiometri : rasio massa CO₂ terproduksi dari pembakaran sempurna unit massa CH₄ dan nilainya= 2.75
Faktor konversi = densitas CH₄ = 0.67 x 10⁻⁶ Gg/m³ (pada 20°C, 1 atm). Faktor ini mengkonversi volume CH₄ ke massa CH₄.
satuan

Tambang Terbuka

Potensi emisi *fugitive* dari penambangan jenis terbuka (*open mining*) pada umumnya relatif kecil. Emisi CH₄ surface mining terdiri atas 2 komponen yaitu emisi saat penambangan dan emisi setelah penambangan atau post mining (Persamaan 29).

Persamaan 29
Estimasi emisi fugitive tambang terbuka, Tier-1 dan Tier-2 $\text{Emisi CH}_4 = \text{Emisi CH}_{4,\text{mining}} + \text{Emisi CH}_{4,\text{post-mining}}$

Emisi GRK saat penambangan maupun post mining diperkirakan berdasarkan data produksi batubara dan faktor emisi (Persamaan 30 dan 31). Faktor emisi yang digunakan berdasarkan rata-rata global.

Persamaan 30
Estimasi emisi fugitive operasi penambangan terbuka, Tier-1 dan Tier-2 $\text{Emisi CH}_{4,\text{mining}} = \text{Produksi batubara} \times \text{Faktor emisi CH}_4 \times \text{faktor konversi satuan}$

dimana:

Emisi CH₄ : Gg/tahun
Faktor emisi:
 FE CH₄ rendah : 0.3 m³/ton (*overburden depths* < 25 m)
 FE CH₄ rata-rata : 1.2 m³/ton
 FE CH₄ tinggi : 2.0 m³/ton (*overburden depths* > 50 m)
Faktor konversi = densitas CH₄ = 0.67 x 10⁻⁶ Gg/m³ (pada 20°C, 1 atm).
satuan Faktor ini mengkonversi volume CH₄ ke massa CH₄.

Persamaan 31
<p>Estimasi emisi fugitive post mining tambang terbuka, Tier-1 dan Tier-2</p> $\text{Emisi CH}_{4,\text{post-mining}} = \text{Produksi batubara} \times \text{Faktor emisi CH}_4 \times \text{faktor konversi satuan}$

dimana:

Emisi CH₄ : Gg/tahun

Faktor emisi:

Emisi faktor CH₄ rendah : 0 m³/ton

Emisi faktor CH₄ rata-rata : 0.1 m³/ton

Emisi faktor CH₄ tinggi : 0.2 m³/ton

Faktor konversi satuan = densitas CH₄ = 0.67 x 10⁻⁶ Gg/m³ (pada 20°C, 1 atm). Faktor ini mengkonversi volume CH₄ ke massa CH₄.

3.2 Emisi Fugitive Kegiatan Migas

Pada sistem produksi migas, emisi GRK yang dikategorikan sebagai *fugitive* adalah semua emisi GRK yang terlepas pada sistem produksi migas, di luar emisi yang berasal dari pembakaran bahan bakar pada kegiatan tersebut. Rangkaian kegiatan penyediaan migas mulai titik produksi (sumur di lapangan migas), pengolahan (kilang) hingga dan pengangkutan migas ke konsumen akhir.

Sumber-sumber utama emisi fugitive dari kegiatan migas adalah venting, suar bakar (flaring), kebocoran peralatan, dan penguapan yang terjadi pada tangki penyimpanan.

Pilihan Metodologi

Terdapat 3 tier metodologi estimasi emisi fugitive kegiatan migas yaitu Tier-1, Tier-2 dan Tier-3. Tier-1 dan Tier-2 berdasarkan data aktivitas (throughput dari produksi migas) dan faktor emisi. Pada Tier-1 faktor emisi yang digunakan adalah default IPCC sedangkan pada Tier-2 faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi spesifik untuk Indonesia. Pada Tier-3, estimasi emisi berdasarkan perhitungan detil pada masing-masing fasilitas utama yang menyebabkan terjadinya emisi fugitive.

Metoda Tier-1 dan Tier 2

Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi fugitive kegiatan migas adalah sebagai berikut:

Persamaan 32
<p>Estimasi Emisi Fugitive Segmen Industri Migas</p> $E_{\text{gas, segmen industri}} = A_{\text{segmen industri}} \times FE_{\text{gas, segmen industri}}$

Persamaan 33
<p>Estimasi Total Emisi Fugitive Industri Migas</p> $E_{\text{gas}} = \sum_{\substack{\text{segmen} \\ \text{industri}}} E_{\text{gas, segmen industri}}$

dimana:

$E_{\text{gas, segmen industri}}$: emisi suatu segmen industri misal migas hulu (Gg/thn)
$A_{\text{segmen industri}}$: data aktivitas segmen industri (unit aktivitas)
$FE_{\text{gas, segmen industri}}$: faktor emisi (Gg/unit aktivitas)

Segmen industri yang terdapat pada industri migas diperlihatkan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Segmen Industri Migas	
Industry Segment	Sub-Categories
Well Drilling	All
Well Testing	All
Well Servicing	All
Gas Production	Dry Gas
	Coal Bed Methane (Primary and Enhanced Production)
	Other enhanced gas recovery
	Sweet Gas
	Sour Gas
Gas Processing	Sweet Gas Plants
	Sour Gas Plants

Tabel 3.3 Segmen Industri Migas	
Industry Segment	Sub-Categories
	Deep-cut Extraction Plant
Gas Transmission & Storage	Pipeline Systems
	Storage Facilities
Gas Distribution	Rural Distribution
	Urban Distribution
Liquefied Gases Transport	Condensate
	Liquefied Petroleum Gas (LPG)
	Liquefied Natural Gas (LNG) (including associated
	liquefaction and gasification facilities)
Oil Production	Light and Medium Density Crude Oil (Primary, Secondary and Tertiary Production)
	Heavy Oil (Primary and Enhanced Production)
	Crude Bitumen (Primary and Enhanced Production)
	Synthetic Crude Oil (From Oil Sands)
	Synthetic Crude Oil (From Oil Shale)
Oil Upgrading	Crude Bitumen
	Heavy Oil
Waste Oil Reclaiming	All
Oil Transport	Marine
	Pipelines
	Tanker Trucks and Rail Cars
Oil Refining	Heavy Oil
	Conventional and Synthetic Crude Oil
Refined Product Distribution	Gasoline
	Diesel
	Aviation Fuel
	Jet Kerosene
	Gas Oil (Intermediate Refined Products)

Data aktivitas segmen industri pada persamaan (notasi $A_{\text{segmen industri}}$) di atas dinyatakan dalam *throughput* produksi, misalnya dalam barel minyak mentah per tahun atau kaki kubik gas per tahun. Faktor emisi pada persamaan di atas bergantung pada jenis hidrokarbon yang diproduksi (minyak atau gas).

Faktor Emisi

Faktor Emisi default IPCC untuk emisi fugitive sektor migas diperlihatkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Faktor Emisi Fugitive Kegiatan Migas

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ¹		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
Well Drilling	All	Flaring and Venting	1.B.2.a.ii or 1.B.2.b.ii	3.3E-05 to 5.6E-04	-12.5 to +800%	1.0E-04 to 1.7E-03	-12.5 to +800%	8.7E-07 to 1.5E-05	-12.5 to +800%	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
Well Testing	All	Flaring and Venting	1.B.2.a.ii or 1.B.2.b.ii	5.1E-05 to 8.5E-04	-12.5 to +800%	9.0E-03 to 1.5E-01	-12.5 to +800%	1.2E-05 to 2.0E-04	-12.5 to +800%	6.8E-08 to 1.1E-06	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
Well Servicing	All	Flaring and Venting	1.B.2.a.ii or 1.B.2.b.ii	1.1E-04 to 1.8E-03	-12.5 to +800%	1.9E-06 to 3.2E-05	-12.5 to +800%	1.7E-05 to 2.8E-04	-12.5 to +800%	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
Gas Production	All	Fugitives ^d	1.B.2.b.iii.2	3.8E-04 to 2.4E-02	-40 to +250%	1.4E-05 to 1.8E-04	-40 to +250%	9.1E-05 to 1.2E-03	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
		Flaring ^e	1.B.2.b.ii	7.6E-07 to 1.0E-06	±75%	1.2E-03 to 1.6E-03	±75%	6.2E-07 to 8.5E-07	±75%	2.1E-08 to 2.9E-08	-10 to +1000%	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
Gas Processing	Sweet Gas Plants	Fugitives	1.B.2.b.iii.3	4.8E-04 to 1.1E-03	-40 to +250%	1.5E-04 to 3.5E-04	-40 to +250%	2.2E-04 to 5.1E-04	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
		Flaring	1.B.2.b.ii	1.2E-06 to 1.6E-06	±75%	1.8E-03 to 2.5E-03	±75%	9.6E-07 to 1.3E-06	±75%	2.5E-08 to 3.4E-08	-10 to +1000%	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
	Sour Gas Plants	Fugitives	1.B.2.b.iii.3	9.7E-05 to 2.2E-04	-40 to +250%	7.9E-06 to 1.8E-05	-40 to +250%	6.8E-05 to 1.6E-04	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
		Flaring	1.B.2.b.ii	2.4E-06 to 3.3E-06	±75%	3.6E-03 to 4.9E-03	±75%	1.9E-06 to 2.6E-06	±75%	5.4E-08 to 7.4E-08	-10 to +1000%	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
		Raw CO ₂ Venting	1.B.2.b.i	NA	NA	6.3E-02 to 1.5E-01	-10 to +1000%	NA	NA	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
	Deep-cut Extraction Plants (Straddle Plants)	Fugitives	1.B.2.b.iii.3	1.1E-05 to 2.5E-05	-40 to +250%	1.6E-06 to 3.7E-06	-40 to +250%	2.7E-05 to 6.2E-05	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ raw gas feed
		Flaring	1.B.2.b.ii	7.2E-08 to 9.9E-08	±75%	1.1E-04 to 1.5E-04	±75%	5.9E-08 to 8.1E-08	±75%	1.2E-08 to 8.1E-08	-10 to +1000%	Gg per 10 ⁶ m ³ raw gas feed
	Default Weighted Total	Fugitives	1.B.2.b.iii.3	1.5E-04 to 3.5E-04	-40 to +250%	1.2E-05 to 2.8E-05	-40 to +250%	1.4E-04 to 3.2E-04	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
		Flaring	1.B.2.b.ii	2.0E-06 to 2.8E-06	±75%	3.0E-03 to 4.1E-03	±75%	1.6E-06 to 2.2E-06	±75%	3.3E-08 to 4.5E-08	-10 to +1000%	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
		Raw CO ₂ Venting	1.B.2.b.i	NA	N/A	4.0E-02 to 9.5E-02	-10 to +1000%	NA	N/A	NA	N/A	Gg per 10 ⁶ m ³ gas production
Gas Transmission & Storage	Transmission	Fugitives ^f	1.B.2.b.iii.4	16.6E-05 to 1.1E-03	-40 to +250%	8.8E-07 to 2.0E-06	-40 to +250%	7.0E-06 to 1.6E-05	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ of marketable gas
		Venting ^g	1.B.2.b.i	4.4E-05 to 7.4E-04	-40 to +250%	3.1E-06 to 7.3E-06	-40 to +250%	4.6E-06 to 1.1E-05	-40 to +250%	NA	NA	Gg per 10 ⁶ m ³ of marketable gas
	Storage	All	1.B.2.b.iii.4	2.5E-05 to 5.8E-05	-20 to +500%	1.1E-07 to 2.6E-07	-20 to +500%	3.6E-07 to 8.3E-07	-20 to +500%	ND	ND	Gg per 10 ⁶ m ³ of marketable gas
Gas Distribution	All	All	1.B.2.b.iii.5	1.1E-03 to 2.5E-03	-20 to +500%	5.1E-05 to 1.4E-04	-20 to +500%	1.6E-05 to 3.6E-5	-20 to +500%	ND	ND	Gg per 10 ⁶ m ³ of utility sales
Natural Gas Liquids Transport	Condensate	All	1.B.2.a.iii.3	1.1E-04	-50 to +200%	7.2E-06	-50 to +200%	1.1E-03	-50 to +200%	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ Condensate and Pentanes Plus

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
	Liquefied Petroleum Gas	All	1.B.2.a.iii.3	NA	NA	4.3E-04	±100%	ND	ND	2.2E-09	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ LPG
	Liquefied Natural Gas	All	1.B.2.a.iii.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 ⁶ m ³ of marketable gas
Oil Production	Conventional Oil	Fugitives (Onshore)	1.B.2.a.iii.2	1.5E-06 to 6.0E-02	-12.5 to +800%	1.1E-07 to 4.3E-03	-12.5 to +800%	1.8E-06 to 7.5E-02	-12.5 to +800%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ conventional oil production
		Fugitives (Offshore)	1.B.2.a.iii.2	5.9E-07	-12.5 to +800%	4.3E-08	-12.5 to +800%	7.4E-07	-12.5 to +800%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ conventional oil production
		Venting	1.B.2.a.i	7.2E-04 to 9.9E-04	±75%	9.5E-05 to 1.3E-04	±75%	4.3E-04 to 5.9E-04	±75%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ conventional oil production
		Flaring	1.B.2.a.ii	2.5E-05 to 3.4E-05	±75%	4.1E-02 to 5.6E-02	±75%	2.1E-05 to 2.9E-05	±75%	6.4E-07 to 8.8E-07	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ conventional oil production
	Heavy Oil/Cold Bitumen	Fugitives	1.B.2.a.iii.2	7.9E-03 to 1.3E-01	-12.5 to +800%	5.4E-04 to 9.0E-03	-12.5 to +800%	2.9E-03 to 4.8E-02	-12.5 to +800%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ heavy oil production

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
		Venting	1.B.2.a.i	1.7E-02 to 2.3E-02	-67 to +150%	5.3E-03 to 7.3E-03	-67 to +150%	2.7E-03 to 3.7E-03	-67 to +150%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ heavy oil production
		Flaring	1.B.2.a.ii	1.4E-04 to 1.9E-04	-67 to +150%	2.2E-02 to 3.0E-02	-67 to +150%	1.1E-05 to 1.5E-05	-67 to +150%	4.6E-07 to 6.3E-07	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ heavy oil production
	Thermal Oil Production	Fugitives	1.B.2.a.iii.2	1.8E-04 to 3.0E-03	-12.5 to +800%	2.9E-05 to 4.8E-04	-12.5 to +800%	2.3E-04 to 3.8E-03	-12.5 to +800%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ thermal bitumen production
		Venting	1.B.2.a.i	3.5E-03 to 4.8E-03	-67 to +150%	2.2E-04 to 3.0E-04	-67 to +150%	8.7E-04 to 1.2E-03	-67 to +150%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ thermal bitumen production
		Flaring	1.B.2.a.ii	1.6E-05 to 2.2E-05	-67 to +150%	2.7E-02 to 3.7E-02	-67 to +150%	1.3E-05 to 1.8E-05	-67 to +150%	2.4E-07 to 3.3E-07	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ thermal bitumen production
	Synthetic Crude (from Oilsands)	All	1.B.2.a.iii.2	2.3E-03 to 3.8E-02	-67 to +150%	ND	ND	9.0E-04 to 1.5E-02	-67 to +150%	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ synthetic crude production from oilsands
	Synthetic Crude (from Oil Shale)	All	1.B.2.a.iii.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ synthetic crude production from oil shale

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
	Default Weighted Total	Fugitives	1.B.2.a.iii.2	2.2E-03 to 3.7E-02	-12.5 to +800%	2.8E-04 to 4.7E-03	-12.5 to +800%	3.1E-03 to 5.2E-02	-12.5 to +800%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
		Venting	1.B.2.a.i	8.7E-03 to 1.2E-02	±75%	1.8E-03 to 2.5E-03	±75%	1.6E-03 to 2.2E-03	±75%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
		Flaring	1.B.2.a.ii	2.1E-05 to 2.9E-05	±75%	3.4E-02 to 4.7E-02	±75%	1.7E-05 to 2.3	±75	5.4E-07 to 7.4E-07	-10 to +1000%	Gg per 10 ³ m ³ total oil production
Oil Upgrading	All	All	1.B.2.a.iii.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ oil upgraded
Oil Transport	Pipelines	All	1.B.2.a.iii.3	5.4E-06	-50 to +200%	4.9E-07	-50 to +200%	5.4E-05	-50 to +200%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ oil transported by pipeline
	Tanker Trucks and Rail Cars	Venting	1.B.2.a.i	2.5E-05	-50 to +200%	2.3E-06	-50 to +200%	2.5E-04	-50 to +200%	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ oil transported by Tanker Truck
	Loading of Off-shore Production on Tanker Ships	Venting	1.B.2.a.i	NDh	ND	NDh	ND	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ oil transported by Tanker Truck

Category	Sub-category ^c	Emission source	IPCC Code	CH ₄		CO ₂ ⁱ		NMVOC		N ₂ O		Units of measure
				Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	Value	Uncertainty (% of Value)	
Oil Refining	All	All	1.B.2.a.iii.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 ³ m ³ oil refined.
Refined Product Distribution	Gasoline	All	1.B.2.a.iii.5	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ product transported.
	Diesel	All	1.B.2.a.iii.5	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ product transported.
	Aviation Fuel	All	1.B.2.a.iii.5	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ product transported.
	Jet Kerosene	All	1.B.2.a.iii.5	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 ³ m ³ product transported.

Alternative perhitungan emisi Tier 2 pada lapangan migas adalah berdasarkan data Gas to Oil Ratio (GOR) yaitu parameter yang menunjukkan banyaknya gas yang ikut diproduksi saat minyak diproduksi. Perlu dicatat bahwa produksi minyak selalu juga menghasilkan gas ikutan atau “associated gas” (gas yang semula terlarut dalam minyak akan keluar dari minyak saat minyak sampai di permukaan). Metoda alternative Tier 2 berdasarkan GOR dilakukan bila diyakini bahwa sebagian besar fugitive adalah dari venting dan flaring. Persamaan alternative Tier-2 adalah sebagai berikut:

Persamaan 34
<p>Estimasi Emisi Fugitive Karena Venting</p> $E_{\text{gas,oil prod, venting}} = \text{GOR} \cdot Q_{\text{OIL}} \cdot (1 - \text{CE}) \cdot (1 - X_{\text{Flared}}) \cdot M_{\text{gas}} \cdot y_{\text{gas}} \cdot 42.3 \times 10^{-6}$

Persamaan 35
<p>Estimasi Emisi Fugitive CH4 Karena Flaring</p> $E_{\text{CH}_4, \text{oil prod, venting}} = \text{GOR} \cdot Q_{\text{OIL}} \cdot (1 - \text{CE}) \cdot X_{\text{Flared}} \cdot (1 - \text{FE}) \cdot M_{\text{CH}_4} \cdot y_{\text{CH}_4} \cdot 42.3 \times 10^{-6}$

Persamaan 36
<p>Estimasi Emisi Fugitive CH4 Karena Flaring</p> $E_{\text{CO}_2, \text{oil prod, flaring}} = \text{GOR} \cdot Q_{\text{OIL}} \cdot (1 - \text{CE}) \cdot X_{\text{Flared}} \cdot M_{\text{CO}_2} \cdot \left[y_{\text{CO}_2} + (N_{\text{CCH}_4} \cdot y_{\text{CH}_4} + N_{\text{CNMVOC}} \cdot y_{\text{NMVOC}})(1 - X_{\text{soot}}) \right] \cdot 42.3 \times 10^{-6}$

Persamaan 37
<p>Estimasi Emisi Fugitive CH4 Karena Venting dan Flaring</p> $E_{\text{CH}_4, \text{oil prod}} = E_{\text{CH}_4, \text{oil prod, venting}} + E_{\text{CH}_4, \text{oil prod, flaring}}$

Persamaan 38
<p>Estimasi Emisi Fugitive CO₂ Karena Venting dan Flaring</p> $E_{\text{CO}_2, \text{oil prod}} = E_{\text{CO}_2, \text{oil prod, venting}} + E_{\text{CO}_2, \text{oil prod, flaring}}$

Persamaan 39
<p>Estimasi Emisi Fugitive N₂O Dari Flaring</p> $E_{\text{N}_2\text{O, oil prod, flaring}} = \text{GOR} \cdot Q_{\text{OIL}} \cdot (1 - \text{CE}) \cdot X_{\text{flared}} \cdot \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$

dimana:

$E_{i, \text{oil prod, venting}}$	=	Direct amount (Gg/y) of GHG gas i emitted due to venting at oil production facilities.
$E_{i, \text{oil prod, flaring}}$	=	Direct amount (Gg/y) of GHG gas i emitted due to flaring at oil production facilities.
GOR	=	Average gas-to-oil ratio (m ³ /m ³) referenced at 15°C and 101.325 kPa.
Q _{OIL}	=	Total annual oil production (10 ³ m ³ /y).
M _{gas}	=	Molecular weight of the gas of interest (e.g., 16.043 for CH ₄ and 44.011 for CO ₂).
N _{C,i}	=	Number of moles of carbon per mole of compound i (i.e., 1 for CH ₄ , 2 for C ₂ H ₆ , 3 for C ₃ H ₈ , 1 for CO ₂ , 2.1 to 2.7 for the NMVOC fraction in natural gas and 4.6 for the NMVOC fraction of crude oil vapours)
y _i	=	Mol or volume fraction of the associated gas that is composed of substance i (i.e., CH ₄ , CO ₂ or NMVOC).
CE	=	Gas conservation efficiency factor.
X _{Flared}	=	Fraction of the waste gas that is flared rather than vented. With the exception of primary heavy oil wells, usually most of the waste gas is flared.
FE	=	flaring destruction efficiency (i.e., fraction of the gas that leaves the flare partially or fully burned). Typically, a value of 0.995 is assumed for flares at refineries and a value 0.98 is assumed for those used at production and processing facilities.
X _{soot}	=	fraction of the non-CO ₂ carbon in the input waste gas stream that is converted to soot or particulate matter during flaring. In the absence of any applicable data this value may be assumed

to be 0 as a conservative approximation.

EF_{N_2O} = emission factor for N_2O from flaring ($Gg/10^3 m^3$ of associated gas flared). Refer to the IPCC emission factor database (EFDB), manufacturer's data or other appropriate sources for the value of this factor.

42.3×10^{-6} = is the number of $kmol$ per m^3 of gas referenced at 101.325 kPa and 15°C (i.e. $42.3 \times 10^{-3} kmol/m^3$) times a unit conversion factor of $10^{-3} Gg/Mg$ which brings the results of each applicable equation to units of Gg/y .

IV. METODA PENDEKATAN REFERENSI (*REFERENCE APPROACH*)

Reference approach adalah suatu pendekatan perhitungan emisi yang bersifat pendekatan top down menggunakan data pasokan energy nasional untuk memperkirakan emisi CO₂ dari pembakaran bahan bakar fosil. Metoda ini relative mudah untuk diaplikasikan karena hanya berbasis pada statistik nasional pasokan energi fosil. Perlunya memperhitungkan excluded carbon (pasokan energi yang tidak digunakan sebagai bahan bakar) hanya sedikit menambah kerumitan perhitungan.

Asumsi yang digunakan dalam pendekatan ini adalah bahwa karbon bersifat kekal (conserved) sehingga misalnya karbon di minyak mentah akan sama dengan total kandungan karbon yang ada pada produk-produk turunan minyak mentah tersebut (BBM).

Pendekatan ini tidak membedakan di sektor mana bahan bakar tersebut digunakan dan hanya memperkirakan emisi total CO₂ yang berasal dari satu kategori sumber yaitu pembakaran bahan bakar. Dalam pendekatan ini emisi berasal dari penggunaan bahan bakar di sisi produsen energi (kilang ataupun pembangkit listrik) dan dari pembakaran bahan bakar BBM di sisi konsumen.

Reference Approach merupakan pendekatan top-down dimana emisi CO₂ dari pembakaran energi fosil dihitung berdasarkan data pasokan energi nasional, tidak mempertimbangkan di kegiatan mana energi tersebut digunakan. Pendekatan ini relatif mudah dilakukan karena didasarkan pada data statistik energi yang relatif mudah diperoleh. Perlunya memperhitungkan excluded carbon (karbon yang harus dikeluarkan dari data penggunaan energi karena tidak digunakan sebagai bahan bakar) hanya sedikit menambah kerumitan perhitungan.

Cakupan reference approach adalah seluruh pembakaran karbon yang terkandung dalam bahan bakar fosil. Asumsi yang digunakan dalam pendekatan ini adalah bahwa karbon bersifat kekal (conserved) sehingga misalnya karbon di minyak mentah akan sama dengan total kandungan karbon yang ada pada produk-produk turunan minyak mentah tersebut (BBM).

Hasil perhitungan reference approach dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil perhitungan sectoral approach. Jika perbedaan hasil hitungan cukup signifikan kemungkinan terdapat persoalan dengan data aktifitas, nilai kalor, kandungan karbon, perhitungan koreksi excluded carbon, dll.

4.1 Algoritma Metoda Pendekatan Referensi

Metoda reference approach membagi perhitungan emisi CO₂ dari pembakaran dalam 5 tahapan berikut:

Algoritma perhitungan emisi CO₂ dari pembakaran menurut metodologi Reference Approach terdiri atas 5 langkah :

Langkah 1: Perkirakan konsumsi bahan bakar nyata (apparent) dalam satuan aslinya

Langkah 2: Konversikan data konsumsi energi ke satuan energi

Langkah 3: Hitung karbon total dengan cara mengalikan konsumsi energi dengan kandungan karbon dalam bahan bakar

Langkah 4: Hitung Excluded Carbon

Langkah 5: Lakukan koreksi untuk karbon yang tidak teroksidasi dan kemudian konversikan ke CO₂

Kelima langkah tersebut dinyatakan dalam persamaan berikut:

Persamaan 40
<p style="text-align: center;">Emisi CO₂ Pembakaran Bahan Bakar, Apparent Approach</p> $Em.CO_2 = \sum_{\text{semua } BB} \left((Konsumsi_{BB} \cdot FK_{BB} \cdot CC_{BB}) \cdot 10^{-3} - ExclCarb_{BB} \right) \cdot COF_{BB} \cdot \frac{44}{12}$

BB : Bahan Bakar

Konsumsi : Produksi + impor – ekspor – international bunker □ perubahan stok

FK(*) : Faktor Konversi dari satuan fisik ke satuan energi (TJ)

CC : Kandungan karbon dalam bahan bakar (ton C/TJ) = kg C/GJ

ExclCarb : Excluded Carbon (Gg C)

COF : Faktor oksidasi karbon (pembakaran sempurna COF= 1). COF kurang dari 1 jika ada karbon tidak terbakar dan tersimpan dalam abu atau jelaga

Catatan: *) BBM umumnya dalam TJ/liter; batubara dalam TJ/ton, gas bumi dalam

TJ/Nm³, LPG dalam TJ/kg.

Untuk menghitung pasokan bahan bakar nasional pada suatu tahun inventory, dibutuhkan data berikut:

- Volume/banyaknya bahan bakar primer yang diproduksi (tidak termasuk produksi bahan bakar sekunder misalnya BBM dan produk turunan bahan bakar misalnya pelumas);
- Volume/banyaknya bahan bakar primer dan sekunder yang diimpor;
- Volume/banyaknya bahan bakar primer dan sekunder yang diekspor;
- Volume/banyaknya bahan bakar primer dan sekunder yang digunakan dalam bunker internasional;
- Perubahan (kenaikan atau penurunan) stok bahan bakar primer dan sekunder

Konsumsi Apparent bahan bakar primer dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 41
Perhitungan Konsumsi Apparent Energi Primer
$\text{Konsumsi Apparent}_{BB} = \text{Produksi}_{BB} + \text{Impor}_{BB} - \text{Ekspor}_{BB} - \text{International Bunker}_{BB} - \text{Perubahan Stok}_{BB}$

dimana BB = energi primer (minyak mentah, batubara, gas bumi)

Jika stok bahan bakar pada suatu tahun inventori bertambah, harga perubahan stok bernilai positif. Sebaliknya jika stok bahan bakar pada suatu tahun inventori berkurang, harga perubahan stok bernilai negatif.

Konsumsi bahan bakar primer total merupakan jumlah dari konsumsi apparent dari masing-masing jenis bahan bakar primer. Konsumsi apparent bahan bakar sekunder harus ditambahkan ke dalam konsumsi apparent bahan bakar primer. Produksi atau manufaktur bahan bakar sekunder harus diabaikan dalam perhitungan karena karbon dalam bahan bakar sekunder ini telah termasuk/terhitung dalam pasokan bahan bakar primer; sebagai contoh perkiraan konsumsi apparent minyak mentah (crude oil) telah termasuk karbon yang ada pada premium yang dihasilkan dari minyak mentah tersebut.

Konsumsi apparent bahan bakar sekunder dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 42
Perhitungan Konsumsi Apparent Energi Sekunder

$$\text{Konsumsi Apparent}_{\text{BB}} = \text{Impor}_{\text{BB}} - \text{Ekspor}_{\text{BB}} \\ - \text{International Bunker}_{\text{BB}} - \text{Perubahan Stok}_{\text{BB}}$$

Perlu dicatat bahwa perhitungan konsumsi apparent tersebut di atas dapat menghasilkan harga negatif untuk suatu jenis bahan bakar tertentu yang mengindikasikan bahwa terjadi ekspor neto atau peningkatan stok bahan bakar tersebut. Konsumsi apparent total dari bahan bakar sekunder adalah jumlah konsumsi apparent masing-masing bahan bakar.

4.2 Excluded Carbon

Excluded carbon adalah konsumsi bahan bakar yang harus dikeluarkan dari perhitungan konsumsi apparent karena bahan bakar tersebut tidak digunakan untuk pembangkitan energi. Bahan bakar yang masuk dalam kategori excluded carbon adalah bahan bakar yang digunakan untuk keperluan non energi yaitu: sebagai bahan baku, sebagai zat pereduksi, atau untuk pemakaian non-energi lainnya (pelumas, pelarut dll.). Tabel 2.17 memperlihatkan beberapa jenis bahan bakar fosil yang dapat masuk dalam kategori excluded carbon.

Tabel 4.1 Bahan bakar yang dapat masuk dalam kategori excluded carbon

Feedstock	Naphtha
	LPG (butane/propane)
	Refinery gas
	Gas/diesel oil and Kerosene
	Natural gas
	Ethane
Reductant	Coke oven coke (metallurgical coke) and petroleum coke
	Coal and coal tar/pitch
	Natural gas
Non-energy products	Bitumen
	Lubricants
	Paraffin waxes
	White spirit

Besarnya excluded carbon dalam perkiraan emisi dari pembakaran bahan bakar dihitung dengan persamaan berikut:

Persamaan 43
<p>Perhitungan Excluded Carbon</p> $ExcludedCarbon_{BB} = DataAktvitas_{BB} \times CC_{BB} \times 10^{-3}$

dimana:

BB : singkatan dari Bahan Bakar
 Excluded Carbon = karbon yang dikeluarkan dari perhitungan emisi dari pembakaran (Gg C)
 Data Aktivitas = konsumsi energi kategori excluded carbon (TJ)
 CC = kandungan karbon bahan bakar (ton C/TJ)

Data aktivitas yang dapat dikategorikan sebagai excluded carbon untuk berbagai produk (bahan bakar) diperlihatkan pada Tabel 20.

Tabel 4.2 Data aktivitas yang dapat dikategorikan sebagai excluded carbon

Bahan bakar	Data Aktivitas
LPG, ethane, naphtha, refinery gas, solar, minyak tanah	Deliveries to petrochemical feedstocks
Bitumen (aspal)	Total deliveries
Pelumas	Total deliveries
Paraffin waxes	Total deliveries
White spirit (solven)	Total deliveries
Calcined petroleum coke	Total deliveries
Coke oven coke	Deliveries to the iron and steel and non-ferrous metals industries
Light oils from coal	Deliveries to chemical industry
Coal tar/pitch	Deliveries to chemical industry and construction
Natural gas	Deliveries to petrochemical feedstocks and for the direct reduction of iron ore in the iron and steel industry
<p>Catatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Total deliveries" berarti keseluruhan data konsumsi dimasukkan sebagai excluded carbon (karena keseluruhan bahan bakar tersebut tidak untuk pembangkitan energi) • "Deliveries to petrochemical feedstock" berarti data konsumsi yang dimasukkan sebagai excluded carbon adalah yang digunakan sebagai feedstock saja (diperoleh dari catatan masing-masing pabrik). 	

Apabila perhitungan emisi GRK dilakukan dengan baik berdasarkan data aktivitas dan parameter-parameter yang relevan hasil perhitungan menurut Apparent Approach seharusnya tidak akan berbeda jauh dengan hasil perhitungan berdasarkan pendekatan sektoral; perbedaan tidak akan lebih besar dari 5%.

Apabila hasil perhitungan apparent approach dan sectoral approach berbeda cukup signifikan, terdapat beberapa kemungkinan penyebabnya yaitu:

- Perbedaan statistic yang cukup besar antara data supply energi dan data konsumsi energi. Hal ini terjadi dari kegiatan pengumpulan data dari berbagai bagian dari aliran bahan bakar, mulai sumber hingga ke konversi sisi downstream dan pengguna akhir.
- Adanya ketidakseimbangan massa yang signifikan antara minyak mentah dan bahan baku lain yang masuk kilang minyak dan BBM yang dihasilkan.
- Terjadinya mis-alokasi dari kuantitas bahan bakar yang digunakan untuk konversi ke dalam kategori produk turunan atau ke dalam kuantitas bahan yang dibakar di sektor energi.
- Hilangnya informasi mengenai pembakaran bahan bakar yang dihasilkan oleh suatu sistem transformasi (kilang). Bisa saja terjadi emisi dari bahan bakar sekunder pada suatu proses yang terintegrasi (misal coke oven gas) tidak tercatat pada Tier 1 pendekatan sektoral jika pencatatan data kurang baik. Penggunaan bahan sekunder harus dimasukkan ke dalam pendekatan sektoral untuk semua produk-produk sekunder, jika tidak akan terjadi underestimate di hasil perhitungan pendekatan sektoral.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.
Tabel Pelaporan (*Common Reporting Format*)
Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca
Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan
Energi

Lampiran 1.1 Tabel Basis Data Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi: Kategori 1A1-1A2

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1	PENGADAAN DAN PENGGUNAAN ENERGI (ENERGY)							
1 A	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar (<i>Fuel Combustion Activities</i>)							
1 A 1	Industri Penghasil Energi (<i>Energy Industries</i>)							
1 A 1 a	Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas (<i>Main Activity Electricity and Heat Production</i>)							
1 A 1 a i	Pembangkit Listrik (<i>Electricity Generation</i>)							
1 A 1 a ii	Penggabungan Tenaga Pembangkit dan Panas (<i>Combined Heat and Power Generation</i>)							
1 A 1 a iii	Panas Industri (<i>Heat Plants</i>)							
1 A 1 b	Kilang Minyak (<i>Petroleum Refining</i>)							
1 A 1 c	Sistem Produksi dari Industri Bahan Bakar Padat dan Energi Lainnya (<i>Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries</i>)							
1 A 1 c i	Sistem Produksi Bahan Bakar Padat (<i>Manufacture of Solid Fuels</i>)							
1 A 1 c ii	Industri Energi Lainnya (<i>Other Energy Industries</i>)							
1 A 2	Industri Manufaktur dan Konstruksi (<i>Manufacturing Industries and Construction</i>)							
1 A 2 a	Besi dan Baja (<i>Iron and Steel</i>)							
1 A 2 b	Logam Bukan Besi (<i>Non-Ferrous Metals</i>)							
1 A 2 c	Bahan-Bahan Kimia (<i>Chemicals</i>)							

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1 A 2 d	Pulp, Kertas, dan Bahan Cetak (Pulp, Paper and Print)							
1 A 2 e	Pengolahan Makanan, Minuman dan Tembakau (Food Processing, Beverages and Tobacco)							
1 A 2 f	Mineral Non Logam (Non-Metallic Minerals)							
1 A 2 g	Peralatan Transportasi (Transport Equipment)							
1 A 2 h	Permesinan (Machinery)							
1 A 2 i	(Pertambangan Non Migas dan Bahan Galian (Mining excluding fuels and Quarrying)							
1 A 2 j	Kayu dan Produk Kayu (Wood and Wood Products)							
1 A 2 k	Konstruksi (Construction)							
1 A 2 l	Industri Tekstil dan Kulit (Textile and Leather)							
1 A 2 m	Industri yang tidak spesifik (Non-specified Industry)							
1 A 3	Transportasi (Transport)							
1 A 3 a	Penerbangan Sipil (Civil Aviation)							
1 A 3 a i	Penerbangan Internasional (International Aviation/ International Bunkers)							
1 A 3 a ii	Penerbangan Domestik (Domestic Aviation)							
1 A 3 b	Transportasi Darat (Road Transportation)							
1 A 3 b i	Kendaraan Bermotor (Cars)							
1 A 3 b i 1	Kendaraan angkutan penumpang dengan katalis (Passenger Cars With 3-way Catalysts)							
1 A 3 b i 2	Kendaraan angkutan penumpang tanpa katalis (Passenger Cars Without 3-way Catalysts)							
1 A 3 b ii	Truk Ringan (Light-duty Trucks)							
1 A 3 b ii 1	Truk Ringan dengan Katalis (Light-duty Trucks With 3-way Catalysts)							

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1 A 3 b ii 2	Truk Ringan tidak dilengkapi dengan Katalis (<i>Light-duty Trucks Without 3-way Catalysts</i>)							
1 A 3 b iii	Truk Berat dan Bus (<i>Heavy-duty Trucks and Buses</i>)							
1 A 3 b iv	Sepeda motor (<i>Motorcycles</i>)							
1 A 3 b v	Emisi karena evaporasi dari kendaraan (<i>Evaporative Emissions from Vehicles</i>)							
1 A 3 b vi	Katalis berbasis urea (<i>Urea-based Catalysts</i>)							
1 A 3 c	Kereta api (<i>Railways</i>)							
1 A 3 d	Angkutan air (<i>Water-borne Navigation</i>)							
1 A 3 d i	Pelayaran internasional (<i>International Water-borne Navigation/ International Bunkers</i>)							
1 A 3 d ii	Pelayaran Domestik (<i>Domestic Water-borne Navigation</i>)							
1 A 3 e	Transportasi lainnya (<i>Other Transportation</i>)							
1 A 3 e i	Transportasi menggunakan jalur (<i>Pipeline Transport</i>)							
1 A 3 e ii	Off-road							
1 A 4	Sektor lainnya (<i>Other Sectors</i>)							
1 A 4 a	Komersial dan perkantoran (<i>Commercial/ Institutional</i>)							
1 A 4 b	Perumahan (<i>Residential</i>)							
1 A 4 c	Pertanian/ Kehutanan/ Nelayan/ Perikanan (<i>Agriculture/ Forestry/ Fishing/ Fish Farms</i>)							
1 A 4 c i	Peralatan stasioner (<i>Stationary</i>)							
1 A 4 c ii	Kendaraan off road dan Permesinan lainnya (<i>Off-road Vehicles and Other Machinery</i>)							
1 A 4 c iii	Nelayan (<i>Fishing/ mobile combustion</i>)							
1 A 5	Lain lain (<i>Non-Specified</i>)							

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1 A 5 a	Peralatan stasioner (<i>Stationary</i>)							
1 A 5 b	Peralatan bergerak (<i>Mobile</i>)							
1 A 5 b i	Penerbangan (<i>Mobile/ Aviation Component</i>)							
1 A 5 b ii	Pelayaran (<i>Mobile/ Water-borne Component</i>)							
1 A 5 b iii	Peralatan bergerak lainnya (<i>Mobile/ Other</i>)							
1 A 5 c	Operasi Multilateral (<i>Multilateral Operations</i>)							
1 B	Emisi Fugitive (<i>Fugitive Emissions from Fuels</i>)							
1 B 1	Bahan bakar padat (<i>Solid Fuels</i>)							
1 B 1 a	Penambangan dan penanganan batubara (<i>Coal Mining and Handling</i>)							
1 B 1 a i	Penambangan bawah tanah (<i>Underground Mines</i>)							
1 B 1 a i 1	Penambangan (<i>Mining</i>)							
1 B 1 a i 2	Emisi dari pasca tambang (<i>Post-mining Seam Gas Emissions</i>)							
1 B 1 a i 3	Penutupan tambang bawah tanah (<i>Abandoned Underground Mines</i>)							
1 B 1 a i 4	Pembakaran gas metan yang dibuang atau konversi metan menjadi CO2 (<i>Flaring of Drained Methane or Conversion of Methane to CO2</i>)							
1 B 1 a ii	Tambang terbuka (<i>Surface Mines</i>)							
1 B 1 a ii 1	Kegiatan Pertambangan (<i>Mining</i>)							
1 B 1 a ii 2	Emisi Gas Lapisan Paska penambangan (<i>Post-mining Seam Gas Emissions</i>)							
1 B 1 b	Pembakaran yang tidak terkontrol, dan timbunan batubara yang terbakar (<i>Uncontrolled Combustion, and Burning Coal Dumps</i>)							

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1 B 1 c	Transformasi (konversi) bahan bakar padat (<i>Solid Fuel Transformation</i>)							
1 B 2	Minyak bumi dan gas alam (<i>Oil and Natural Gas</i>)							
1 B 2 a	Minyak bumi (<i>Oil</i>)							
1 B 2 a i	Pelepasan (<i>Venting</i>)							
1 B 2 a ii	Pembakaran (<i>Flaring</i>)							
1 B 2 a iii	Lainnya (<i>All Other</i>)							
1 B 2 a iii I	Eksplorasi (<i>Exploration</i>)							
1 B 2 a iii 2	Produksi dan peningkatan produksi (<i>Production and Upgrading</i>)							
1 B 2 a iii 3	Trasportasi (<i>Transport</i>)							
1 B 2 a iii 4	Pengilangan (<i>Refining</i>)							
1 B 2 a iii 5	Distibusi produk-produk minyak bumi (<i>Distribution of Oil Products</i>)							
1 B 2 a iii 6	Lainnya (<i>Other</i>)							
1 B 2 b	Gas alam (<i>Natural Gas</i>)							
1 B 2 b i	Pelepasan (<i>Venting</i>)							
1 B 2 b ii	Pembakaran (<i>Flaring</i>)							
1 B 2 b iii	Lainnya (<i>All Other</i>)							
1 B 2 b iii 1	Eksplorasi (<i>Exploration</i>)							
1 B 2 b iii 2	Produksi (<i>Production</i>)							

Kategori		CO2	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs	SO2
		(Gg)						
1 B 2 b iii 3	Pemrosesan/pengolahan (<i>Processing</i>)							
1 B 2 b iii 4	Transmisi dan Penyimpanan (<i>Transmission and Storage</i>)							
1 B 2 b iii 5	Distribusi (<i>Distribution</i>)							
1 B 2 b iii 6	Lainnya (<i>Other</i>)							
1 B 3	Other Emissions from Energy Production							

Lampiran 1.2 Tabel Basis Data Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi: Kategori 1A1-1A2

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																		Information item ⁽²⁾ (Gg)		
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total			CO2 Amount captured ⁽³⁾
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2
1 A	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar (Fuel Combustion Activities)																											
1 A 1	Industri Penghasil Energi (Energy Industries)																											
1 A 1 a	Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas (Main Activity Electricity and Heat Production)																											
1 A 1 a i	Pembangkit Listrik (Electricity Generation)																											
1 A 1 a ii	Penggabungan Tenaga Pembangkit dan Panas (Combined Heat and Power Generation)																											
1 A 1 a iii	Panas Industri (Heat Plants)																											
1 A 1 b	Kilang Minyak (Petroleum Refining)																											

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																		Information item ⁽²⁾ (Gg)			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total			CO2 Amount captured ⁽³⁾	Biomass
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2 emitted
1 A 1 c	Sistem Produksi dari Industri Bahan Bakar Padat dan Energi Lainnya <i>(Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries)</i>																												
1 A 1 c i	Sistem Produksi Bahan Bakar Padat <i>(Manufacture of Solid Fuels)</i>																												
1 A 1 c ii	Industri Energi Lainnya <i>(Other Energy Industries)</i>																												
1 A 2	Industri Manufaktur dan Konstruksi <i>(Manufacturing Industries and Construction)</i>																												
1 A 2 a	Besi dan Baja <i>(Iron and Steel)</i>																												
1 A 2 b	Logam Bukan Besi <i>(Non-Ferrous Metals)</i>																												
1 A 2 c	Bahan-Bahan Kimia <i>(Chemicals)</i>																												
1 A 2 d	Pulp, Kertas, dan Bahan Cetakan <i>(Pulp, Paper and Print)</i>																												

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																				Information item ⁽²⁾ (Gg)	
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total			C02 Amount captured ⁽³⁾	Biomass
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2 emitted
1 A 2 e	Pengolahan Makanan, Minuman dan Tembakau (<i>Food Processing, Beverages and Tobacco</i>)																												
1 A 2 f	Mineral Non Logam (<i>Non-Metallic Minerals</i>)																												
1 A 2 g	Peralatan Transportasi (<i>Transport Equipment</i>)																												
1 A 2 h	Permesinan (<i>Machinery</i>)																												
1 A 2 i	(Pertambangan Non Migas dan Bahan Galian (<i>Mining excluding fuels and Quarrying</i>))																												
1 A 2 j	Kayu dan Produk Kayu (<i>Wood and Wood Products</i>)																												
1 A 2 k	Konstruksi (<i>Construction</i>)																												
1 A 2 l	Industri Tekstil dan Kulit (<i>Textile and Leather</i>)																												
1 A 2 m	Industri yang tidak spesifik (<i>Non-specified Industry</i>)																												

Lampiran1.3 Tabel Basis Data Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi: Kategori 1A3-1A5

Kategori		Aktivitas (Tj)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 A 3	Transportasi (<i>Transport</i>)																										
1 A 3 a	Penerbangan Sipil (<i>Civil Aviation</i>)																										
1 A 3 a i	Penerbangan Internasional (<i>International Aviation/ International Bunkers</i>)																										
1 A 3 a ii	Penerbangan Domestik (<i>Domestic Aviation</i>)																										
1 A 3 b	Transportasi Darat (<i>Road Transportation</i>)																										
1 A 3 b i	Kendaraan Bermotor (<i>Cars</i>)																										

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 A 3 b i 1	Kendaraan angkutan penumpang dengan katalis (<i>Passenger Cars With 3-way Catalysts</i>)																										
1 A 3 b i 2	Kendaraan angkutan penumpang tanpa katalis (<i>Passenger Cars Without 3-way Catalysts</i>)																										
1 A 3 b ii	Truk Ringan (<i>Light-duty Trucks</i>)																										
1 A 3 b ii 1	Truk Ringan dengan Katalis (<i>Light-duty Trucks With 3-way Catalysts</i>)																										
1 A 3 b ii 2	Truk Ringan tidak dilengkapi dengan Katalis (<i>Light-duty Trucks Without 3-way Catalysts</i>)																										

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 A 3 b iii	Truk Berat dan Bus (<i>Heavy-duty Trucks and Buses</i>)																										
1 A 3 b iv	Sepeda motor (<i>Motorcycles</i>)																										
1 A 3 b v	Emisi karena evaporasi dari kendaraan (<i>Evaporative Emissions from Vehicles</i>)																										
1 A 3 b vi	Katalis berbasis urea (<i>Urea-based Catalysts</i>)																										
1 A 3 c	Kereta api (<i>Railways</i>)																										
1 A 3 d	Angkutan air (<i>Water-borne Navigation</i>)																										
1 A 3 d i	Pelayaran internasional (<i>International Water-borne Navigation/ International Bunkers</i>)																										

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 A 3 d ii	Pelayaran Domestik (<i>Domestic Water-borne Navigation</i>)																										
1 A 3 e	Transportasi lainnya (<i>Other Transportation</i>)																										
1 A 3 e i	Transportasi menggunakan jalur (<i>Pipeline Transport</i>)																										
1 A 3 e ii	Off-road																										
1 A 4	Sektor lainnya (<i>Other Sectors</i>)																										
1 A 4 a	Komersial dan perkantoran (<i>Commercial/ Institutional</i>)																										
1 A 4 b	Perumahan (<i>Residential</i>)																										
1 A 4 c	Pertanian/ Kehutanan/ Nelayan/ Perikanan (<i>Agriculture/</i>																										

Kategori		Aktivitas (TJ)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	Forestry/ Fishing/ Fish Farms)																										
1 A 4 c i	Peralatan stasioner (Stationary)																										
1 A 4 c ii	Kendaraan off road dan Permesinan lainnya (Off-road Vehicles and Other Machinery)																										
1 A 4 c iii	Nelayan (Fishing/mobile combustion)																										
1 A 5	Lain lain (Non-Specified)																										
1 A 5 a	Peralatan stasioner (Stationary)																										
1 A 5 b	Peralatan bergerak (Mobile)																										
1 A 5 b i	Penerbangan (Mobile/ Aviation Component)																										

Kategori		Aktivitas (Tj)						Emisi (Gg)																			
								Solid			Liquid			Gas			Other fossil fuel			Peat ⁽¹⁾			Bio-mass		Total		
		Solid	Liquid	Gas	Other fossil fuel	Peat	Bio-mass	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 A 5 b ii	Pelayaran (<i>Mobile/ Water-borne Component</i>)																										
1 A 5 b iii	Peralatan bergerak lainnya (<i>Mobile/ Other</i>)																										
1 A 5 c	Operasi Multilateral (<i>Multilateral Operations</i>)																										

Lampiran 1.3 Tabel Basis Data Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi: Kategori 1B

Kategori		Data Aktivitas			Emisi (Gg)			Information item: Amount captured ⁽²⁾ (Gg)
		Deskripsi	Unit ⁽¹⁾	Value	CO2	CH4	N2O	CO2
1 B	Emisi Fugitive (<i>Fugitive Emissions from Fuels</i>)							
1 B 1	Bahan bakar padat (<i>Solid Fuels</i>)							
1 B 1 a	Penambangan dan penanganan batubara (<i>Coal Mining and Handling</i>)							
1 B 1 a i	Penambangan bawah tanah (<i>Underground Mines</i>)	coal produced	ktonnes					
1 B 1 a i 1	Penambangan (<i>Mining</i>)	coal produced	ktonnes					
1 B 1 a i 2	Emisi dari pasca tambang (<i>Post-mining Seam Gas Emissions</i>)	coal produced	ktonnes					
1 B 1 a i 3	Penutupan tambang bawah tanah (<i>Abandoned Underground Mines</i>)	number of mines	number					
1 B 1 a i 4	Pembakaran gas metan yang dibuang atau konversi metan menjadi CO2 (<i>Flaring of Drained Methane or Conversion of Methane to CO2</i>)	gas flared	10 ⁶ Sm ³					
1 B 1 a ii	Tambang terbuka (<i>Surface Mines</i>)							
1 B 1 a ii 1	Kegiatan Pertambangan (<i>Mining</i>)	coal produced	ktonnes					

Kategori		Data Aktivitas			Emisi (Gg)			Information item: Amount captured ⁽²⁾ (Gg)
		Deskripsi	Unit ⁽¹⁾	Value	CO2	CH4	N2O	CO2
1 B 1 a ii 2	Emisi Gas Lapisan Paska penambangan (<i>Post-mining Seam Gas Emissions</i>)	coal produced	ktonnes					
1 B 1 b	Pembakaran yang tidak terkendali, dan timbunan batubara yang terbakar (<i>Uncontrolled Combustion, and Burning Coal Dumps</i>)	solid fuel combusted	ktonnes					
1 B 1 c	Transformasi (konversi) bahan bakar padat (<i>Solid Fuel Transformation</i>)	solid fuel transformed	ktonnes					
1 B 2	Minyak bumi dan gas alam (<i>Oil and Natural Gas</i>)							
1 B 2 a	Minyak bumi (<i>Oil</i>)							
1 B 2 a i	Pelepasan (<i>Venting</i>)	total gas vented from oil production	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 a ii	Pembakaran (<i>Flaring</i>)	gas flared from oil production	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 a iii	Lainnya (<i>All Other</i>)							
1 B 2 a iii I	Eksplorasi (<i>Exploration</i>)	wells drilled	number					
1 B 2 a iii 2	Produksi dan peningkatan produksi (<i>Production and Upgrading</i>)	oil produced	10 ³ m ³					
1 B 2 a iii 3	Trasnportasi (<i>Transport</i>)	crude oil transported	10 ³ m ³					
1 B 2 a iii 4	Pengilangan (<i>Refining</i>)	refinery crude oil throughput	10 ³ m ³					

Kategori		Data Aktivitas			Emisi (Gg)			Information item: Amount captured ⁽²⁾ (Gg)
		Deskripsi	Unit ⁽¹⁾	Value	CO2	CH4	N2O	CO2
1 B 2 a iii 5	Distibusi produk-produk minyak bumi (<i>Distribution of Oil Products</i>)	amount distributed	10 ³ m ³					
1 B 2 a iii 6	Lainnya (<i>Other</i>)							
1 B 2 b	Gas alam (<i>Natural Gas</i>)							
1 B 2 b i	Pelepasan (<i>Venting</i>)	Total gas vented from natural gas production	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 b ii	Pembakaran (<i>Flaring</i>)	gas flared from natural gas production	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 b iii	Lainnya (<i>All Other</i>)							
1 B 2 b iii 1	Eksplorasi (<i>Exploration</i>)	number wells drilled	number					
1 B 2 b iii 2	Produksi (<i>Production</i>)	Gas produced	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 b iii 3	Pemrosesan/pengolahan (<i>Processing</i>)	Amount of gas processed at facilities	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 b iii 4	Transmisi dan Penyimpanan (<i>Transmission and Storage</i>)	Amount transported and stored	10 ⁶ Sm ³					
1 B 2 b iii 5	Distibusi (<i>Distribution</i>)	Amount of gas distributed	10 ³ m ³					
1 B 2 b iii 6	Lainnya (<i>Other</i>)							
1 B 3	Other Emissions from Energy Production							

Lampiran1.4Tabel Basis Data Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi: Reference Approach

Tipe-tipe Bahan Bakar (Fuel)			Production	Import	Export	International bunkers	Stock change	Apparent consumption	Conversion factor	Apparent consumption	Carbon emission factor	Carbon content	Carbon content	Excluded carbon	Net carbon emission	Fract ion of carbon oxidised	Actual carbon emission
			(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(TJ)/Unit	(TJ)	(tC/TJ)	(t C)	(Gg C)	(Gg C)	(Gg C)		(Gg C)
Liquid Fossil	Primary Fuels	Crude Oil															
		Orimulsion															
		Natural Gas Liquids															
	Secondary Fuels	Gasoline															
		Jet Kerosene															
		Other Kerosene															
		Shale Oil															
		Gas / Diesel Oil															
		Residual Fuel Oil															
		LPG															
		Ethane															

Tipe-tipe Bahan Bakar (Fuel)			Production	Import	Export	International bunkers	Stock change	Apparent consumption	Conversion factor	Apparent consumption	Carbon emission factor	Carbon content	Carbon content	Excluded carbon	Net carbon emission	Fract ion of carbon oxidised	Actual carbon emission
			(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(TJ/Unit)	(TJ)	(tC/TJ)	(t C)	(Gg C)	(Gg C)	(Gg C)		(Gg C)
		Naphta															
		Bitumen															
		Lubricants															
		Petroleum Coke															
		Refinery Feedstocks															
		Other Oil															
Liquid Fossil Totals																	
Solid Fossil	Primary Fuels	Anthracite ⁽¹⁾															
		Coking Coal															
		Other Bit. Coal															
		Sub-bit. Coal															
		Lignite															
		Oil Shale and Tar															

Tipe-tipe Bahan Bakar (Fuel)			Production	Import	Export	International bunkers	Stock change	Apparent consumption	Conversion factor	Apparent consumption	Carbon emission factor	Carbon content	Carbon content	Excluded carbon	Net carbon emission	Fract ion of carbon oxidised	Actual carbon emission
			(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(TJ/Unit)	(TJ)	(tC/TJ)	(t C)	(Gg C)	(Gg C)	(Gg C)		(Gg C)
		Sands															
	Secondary Fuels	BKB & Patent Fuel															
		Coke Oven/Gas Coke															
		Coal Tar															
Solid Fossil Totals																	
Gaseous Fossil	Natural Gas (Dry)																
Other Fossil Fuels																	
Peat ⁽²⁾																	
Total																	
(1) If anthracite is not separately available, include with Other Bituminous Coal.																	
(2) Although peat is not strictly speaking a fossil fuel, the CO2 emissions from combustion of peat are included in the national emissions as for fossil fuels. See Chapter 1 of Energy Volume, page 1.15.																	

LAMPIRAN 2.
Lembar Kerja (Worksheet)
Penghitungan Emisi GRK
Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan
Energi

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 a Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas								
Lembar	1 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor ^(b) (TJ)/kL	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 a Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas								
Lembar	2 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 a Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non-biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 a Aktivitas Utama Menghasilkan Energi Listrik dan Panas								
Lembar	4 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total		Total	
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	1 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor ^(b) (TJ)/kL	C Consumption (TJ)	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)
			$C=A*B$		$E=C*D/10^6$		$G=C*F/10^6$		$I=C*H/10^6$
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									
* Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	3 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non-biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total									
* Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	3 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10 ⁶		G=C*F/10 ⁶		I=C*H/10 ⁶
Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	4 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (Mass, Volume or Energy unit)	B Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10 ⁶		G=C*F/10 ⁶		I=C*H/10 ⁶
Biomass			Information Items ^b						
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 1 b Kilang Minyak dan Gas								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
			Total		Total			Total	
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 2 Industri Manufaktur dan Konstruksi								
Lembar	1 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(kL)	(TJ)/kL	(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/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion Chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b When the consumptin is expressed in mass or volume units, the conversion factor is the net calorific value of the fuel.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 2 Industri Manufaktur dan Konstruksi								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 2 Industri Manufaktur dan Konstruksi								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ) C=A*B	D CO ₂ Emission Factor (kg CO ₂ /TJ)	E CO ₂ Emissions (Gg CO ₂) E=C*D/10⁶	F CH ₄ Emission Factor (kg CH ₄ /TJ)	G CH ₄ Emissions (Gg CH ₄) G=C*F/10⁶	H N ₂ O Emission Factor (kg N ₂ O /TJ)	I N ₂ O Emissions (Gg N ₂ O) I=C*H/10⁶
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non-biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

ektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 2 Industri Manufaktur dan Konstruksi								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total			
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi																				
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar																				
Kode Kategori	1A 1 dan 1A 2																				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CO₂ dari kegiatan penangkapan untuk sub-kategori 1A 1 dan 1A 2 berdasarkan jenis bahan bakar (Gg CO₂))																				
	Liquid fuels			Solid fuels			Natural gas			Other fossil fuels			Peat			Biomass			Total		
	A^a	B	C	D^a	E	F	G^a	H	I	J^a	K	L	M^a	N	O	P^a	Q	R	S^a	T	U
	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted
			C=A-B			F=D-E			I=G-H			L=J-K			O=M-N			R=-Q	S=A+D+G+J	T=B+E+H+K+N+Q	U=C+F+I+L+O
1A Fuel Combustion Activities																					
1A1 Energy Industries																					
1A1a Main Activity Electricity and Heat Production																					
1A1ai Electricity Generation																					
1A1aii Combined Heat and Power Generation (CHP)																					
1A1aiii Heat																					

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi																				
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar																				
Kode Kategori	1A 1 dan 1A 2																				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CO₂ dari kegiatan penangkapan untuk sub-kategori 1A 1 dan 1A 2 berdasarkan jenis bahan bakar (Gg CO₂))																				
	Liquid fuels			Solid fuels			Natural gas			Other fossil fuels			Peat			Biomass			Total		
	A^a	B	C	D^a	E	F	G^a	H	I	J^a	K	L	M^a	N	O	P^a	Q	R	S^a	T	U
	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted
			C=A-B			F=D-E			I=G-H			L=J-K			O=M-N			R=-Q	S=A+D+G+J	T=B+E+H+K+N+Q	U=C+F+I+L+O
Plants																					
1A1b Petroleum Refining																					
1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries																					
1A1ci Manufacture of Solid Fuels																					
1A1cii Other Energy Industries																					
1A2 Manufacturing Industries and																					

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi																				
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar																				
Kode Kategori	1A 1 dan 1A 2																				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CO₂ dari kegiatan penangkapan untuk sub-kategori 1A 1 dan 1A 2 berdasarkan jenis bahan bakar (Gg CO₂))																				
	Liquid fuels			Solid fuels			Natural gas			Other fossil fuels			Peat			Biomass			Total		
	A^a	B	C	D^a	E	F	G^a	H	I	J^a	K	L	M^a	N	O	P^a	Q	R	S^a	T	U
	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted
			C=A-B			F=D-E			I=G-H			L=J-K			O=M-N			R=-Q	S=A+D+G+J	T=B+E+H+K+N+Q	U=C+F+I+L+O
Construction																					
1A2a Iron and Steel																					
1A2b Non-Ferrous Metals																					
1A2c Chemicals																					
1A2d Pulp, Paper and Print																					
1A2e Food Processing, Beverages and Tobacco																					
1A2f Non-Metallic Minerals																					
1A2g Transport Equipment																					
1A2h																					

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi																				
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar																				
Kode Kategori	1A 1 dan 1A 2																				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CO₂ dari kegiatan penangkapan untuk sub-kategori 1A 1 dan 1A 2 berdasarkan jenis bahan bakar (Gg CO₂))																				
	Liquid fuels			Solid fuels			Natural gas			Other fossil fuels			Peat			Biomass			Total		
	A^a	B	C	D^a	E	F	G^a	H	I	J^a	K	L	M^a	N	O	P^a	Q	R	S^a	T	U
	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted	CO ₂ produced	CO ₂ captured	CO ₂ emitted
			C=A-B			F=D-E			I=G-H			L=J-K			O=M-N			R=-Q	S=A+D+G+J	T=B+E+H+K+N+Q	U=C+F+I+L+O
Machinery																					
1A2i Mining and Quarrying																					
1A2j Wood and wood products																					
1A2k Construction																					
1A2l Textile and Leather																					
1A2m Non-specified Industry																					
Note: CO ₂ produced is the sum of the amounts of CO ₂ captured and emitted.																					

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 3 Transportasi								
Lembar	1 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor ^(b) (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 3 Transportasi								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									
a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 3 Transportasi								
Lembar	3 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			$C=A*B$		$E=C*D/10^6$		$G=C*F/10^6$		$I=C*H/10^6$
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non- biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 3 Transportasi								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 3 Transportasi								
Lembar	4 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Mass, Volume or Energy unit)	B Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total		Total	
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 a Komersial dan perkantoran								
Lembar	1 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(kL)	(TJ)/kL)	(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/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 a Komersial dan perkantoran								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									
a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 a Komersial dan perkantoran								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)	23.56	48	1,130.667	55819.50	63.113	5.000	0.006	0.100	0.000
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non- biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total					3,103.472		0.386		0.021

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 a Komersial dan perkantoran								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 a Komersial dan perkantoran								
Lembar	4 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total	2.07	Total	0.03
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 b Perumahan								
Lembar	1 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber – Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor ^(b) (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 b Perumahan								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 b Perumahan								
Lembar	3 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			$C=A*B$		$E=C*D/10^6$		$G=C*F/10^6$		$I=C*H/10^6$
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non- biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 b Perumahan								
Lembar	3 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Total									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 4 b Perumahan								
Lembar	4 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									
Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total		Total	
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 5 Lain-lain								
Lembar	1 dari 4 (CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumption	Conversion Factor ^(b)	Consumption	CO ₂ Emission Factor	CO ₂ Emissions	CH ₄ Emission Factor	CH ₄ Emissions	N ₂ O Emission Factor	N ₂ O Emissions
	(kL)	(TJ)/kL	(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/10⁶		I=C*H/10⁶
Liquid fuels									
Crude Oil									
Orimulsion									
Natural Gas Liquids									
Motor Gasoline									
Aviation Gasoline									
Jet Gasoline									
Jet Kerosene									
Other Kerosene									
Shale Oil									
Gas / Diesel Oil									
Residual Fuel Oil									
LPG									
Ethane									
Naphtha									
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 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.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 5 Lain-lain								
Lembar	2 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Lubricants									
Petroleum Coke									
Refinery Feedstocks									
Refinery Gas									
Paraffin Waxes									
Other Petroleum Products									
TOTAL LIQUID FUELS									
Solid fuels									
Anthracite									
Coking Coal									
Other Bituminous Coal									
Sub-bituminous coal									
Lignite									
Oil Shale and Tar Sands									
Brown Coal Briquettes									

^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary Combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 5 Lain-lain								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor (TJ/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Patent Fuel									
Coke Oven Coke / Lignite Coke									
Gas Coke									
Coal Tar									
Gas Work Gas									
Coke Oven Gas									
Blast Furnace Gas									
Oxygen Steel Furnace Gas									
Natural gas									
Natural Gas (Dry)									
Other fossil fuels									
Municipal wastes (non- biomass fraction)									
Industrial Wastes									
Waste Oils									
Peat									
Peat									
Total									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 5 Lain-lain								
Lembar	3 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Konsumsi Energi			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (kL)	B Conversion Factor (TJ)/kL)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number.									

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi								
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar								
Kode Kategori	1A 5 Lain-lain								
Lembar	4 dari 4 (CO₂, CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar berdasarkan kategori sumber - Tier 1)								
	Energy consumption			CO₂		CH₄		N₂O	
	A Consumption (Gg)	B Conversion Factor (TJ)/Gg)	C Consumption (TJ)	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)
			C=A*B		E=C*D/10⁶		G=C*F/10⁶		I=C*H/10⁶
Biomass				Information Items^b					
Wood / Wood Waste									
Sulphite Lyes									
Other Primary Solid Biomass									
Charcoal									

Biogasoline									
Biodiesels									
Other Liquid Biofuels									
Landfill Gas									
Sludge Gas									
Other Biogas									
Municipal wastes (biomass fraction)									
				Total		Total		Total	
^a Fill out a copy of this worksheet for each source category listed in Table 2.16 of the Stationary combustion chapter and insert the source category name next to the worksheet number. ^b Information item: Emissions from biomass fuels are only reported as an information item because they are not added to the national totals. They are dealt with in the AFOLU sector.									

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi				
Kategori		Emisi Fugitive				
Kode Kategori		1B 1 Bahan bakar padat				
Lembar		1 dari 1 (Emisi CH ₄ dan CO ₂ dari kegiatan penambangan dan penanganan batubara bawah tanah dan permukaan - Tier 1)				
CH ₄ Emissions						
		A Amount of Coal Produced (tonne)	B Emission Factor (m ³ tonne ⁻¹)	C Methane Emissions (m ³) C = A*B	D Conversion Factor (Gg CH ₄ m ⁻³)	E Methane emissions (Gg CH ₄) E=C*D
Underground	Mining					
	Post-Mining					
Surface	Mining					
	Post-Mining					
Emissions of drained gas						

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi				
Kategori	Emisi Fugitive				
Kode Kategori	1B 1 Bahan bakar padat				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CH₄ dan CO₂ dari kegiatan penambangan dan penanganan batubara bawah tanah dan permukaan - Tier 1)				
CH₄ Emissions					
	A Amount of Coal Produced (tonne)	B Emission Factor (m ³ tonne ⁻¹)	C Methane Emissions (m ³) C = A*B	D Conversion Factor (Gg CH ₄ m ⁻³)	E Methane emissions (Gg CH ₄) E=C*D
				Total	
CO₂ Emissions					
	A Amount of Coal Produced (tonne)	B Emission Factor (m ³ tonne ⁻¹)	C Carbon dioxide Emissions (m ³) C=A*B	D Conversion Factor (Gg CO ₂ m ⁻³)	E CO ₂ Emissions (Gg CO ₂) E=C*D
Underground mines	Mining				
	Post-Mining				
Surface	Mining				
	Post-Mining				
				Total	
CO₂ emissions from CH₄ flaring					
	A Volume of methane combusted	B Conversion Factors	C Stoichio- metric Mass Factor	D CO ₂ emissions	

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi				
Kategori		Emisi Fugitive				
Kode Kategori		1B 1 Bahan bakar padat				
Lembar		1 dari 1 (Emisi CH ₄ dan CO ₂ dari kegiatan penambangan dan penanganan batubara bawah tanah dan permukaan - Tier 1)				
CH ₄ Emissions						
		A Amount of Coal Produced (tonne)	B Emission Factor (m ³ tonne ⁻¹)	C Methane Emissions (m ³) C = A*B	D Conversion Factor (Gg CH ₄ m ⁻³)	E Methane emissions (Gg CH ₄) E=C*D
		(m ³)	(Gg CH ₄ m ⁻³)		(Gg CO ₂) D=A*B*C	
Underground mines	Mining					
				Total		

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi				
Kategori	Emisi Fugitive				
Kode Kategori	1B 1 Bahan Bakar Padat				
Lembar	1 dari 1 (Emisi CH ₄ dari area bekas tambang batubara)				
CH ₄ Emissions					
	A Number of abandoned mines	B % Gassy Coal mines	C Emission Factor (m ³ year ⁻¹)	D Conversion Factor (Gg CH ₄ m ⁻³)	E Methane emissions (Gg CH ₄) E=A*B*C*D
Underground mines					
				Total	

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi							
Kategori		Emisi Fugitive							
Kode Kategori		1B 2 a Minyak Bumi							
Lembar		1 dari 2							
				CO₂		CH₄		N₂O	
IPCC	Sector	Subcategory	A	B	C	D	E	F	G
Code	Name		Activity	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions
			1000 M3	Gg/1000 M3	(Gg)	Gg/1000 M3	(Gg)	Gg/1000 M3	(Gg)
					C=A*B		E=A*D		G=A*F
1.B.2	Oil and Natural Gas								
1.B.2.a	Oil								
1.B.2.a.i	Venting	Production-Default weighted total	61,451	1.80E-03	110.61	8.70E-03	534.62	NA	
1.B.2.a.ii	Flaring	Production-Default weighted total	61,451	3.40E-02	2,089.33	2.10E-05	1.29	5.40E-07	0.033
		Well drilling	304	1.00E-04	0.03	3.30E-05	0.01	ND	
		Well testing	304	9.00E-03	2.74	5.10E-05	0.02	6.80E-08	2.07E-05
		Well servicing	304	1.90E-06	0.00	1.10E-04	0.03	ND	
1.B.2.a.iii	All Other							-	

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi							
Kategori		Emisi Fugitive							
Kode Kategori		1B 2 a Minyak Bumi							
Lembar		1 dari 2							
				CO₂		CH₄		N₂O	
IPCC	Sector	Subcategory	A	B	C	D	E	F	G
Code	Name		Activity	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions
			1000 M3	Gg/1000 M3	(Gg)	Gg/1000 M3	(Gg)	Gg/1000 M3	(Gg)
					C=A*B		E=A*D		G=A*F
1.B.2.a.iii.1	Exploration	All	0	NA		NA		NA	
1.B.2.a.iii.2	Production/Upgrading	Default weighted total	61,451	2.80E-04	17.21	2.20E-03	135.19	NA	
1.B.2.a.iii.3	Transport	Pipelines	62,135	4.90E-07	0.03	5.40E-06	0.34	NA	
		Condensate		7.20E-05	-	1.10E-04		ND	
		LPG Transport	1,217	4.30E-04	0.52	NA		2.20E-09	2.68E-06
1.B.2.a.iii.4	Refining	All	56,867	ND		ND		ND	
1.B.2.a.iii.5	Distribution of oil products			-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.iii.6	Other			-	-	-	-	-	-
				TOTAL	2,220.47	TOTAL	671.50	TOTAL	0.033

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi							
Kategori		Emisi Fugitive							
Kode Kategori		1B 2 b Gas Alam							
Lembar		2 dari 2							
				CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
IPCC	Sector	Subcategory	A	B	C	D	E	F	G
Code	Name		Activity	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions
			10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3
					C=A*B		E=A*D		G=A*F
1.B.2.b	Natural Gas								
1.B.2.b.i	Venting	Default weighted total-raw CO2 venting	85105.87	4.00E-02	3,404.23	NA		NA	
		Transmission	18500.95	3.10E-06	0.06	4.40E-05	0.81	NA	
1.B.2.b.ii	Flaring	Default weighted total-flaring	85105.87	3.00E-03	255.32	2.00E-06	0.17	3.30E-08	2.81E-03
		Gas Production	85105.87	1.20E-03	102.13	7.60E-07	0.06	2.10E-08	1.79E-03
		Well drilling	304.00	1.00E-04	0.03	3.30E-05	0.01	ND	
		Well testing	304.00	9.00E-03		5.10E-05	0.02	6.80E-08	2.07E-05

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi							
Kategori		Emisi Fugitive							
Kode Kategori		1B 2 b Gas Alam							
Lembar		2 dari 2							
				CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
IPCC	Sector	Subcategory	A	B	C	D	E	F	G
Code	Name		Activity	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions
			10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3
					C=A*B		E=A*D		G=A*F
					2.74				
		Well servicing	304.00	1.90E-06	0.00	1.10E-04	0.03	ND	
1.B.2.b.iii	All Other								
1.B.2.b.iii.1	Exploration	-							
1.B.2.b.iii.2	Production	All-fugitives	85105.87	1.40E-05	1.19	0.00038	32.34	NA	
1.B.2.b.iii.3	Processing	Default weighted total-fugitives	85105.87	1.20E-05	1.02	1.50E-04	12.77	NA	
1.B.2.b.iii.4	Transmission and Storage	Transmission	18500.95	8.80E-07	0.02	1.66E-04	3.07	NA	
1.B.2.b.iii.5	Distribution	All	18500.95	5.10E-05	0.94	1.10E-03	20.35	ND	

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi							
Kategori		Emisi Fugitive							
Kode Kategori		1B 2 b Gas Alam							
Lembar		2 dari 2							
				CO₂		CH₄		N₂O	
IPCC	Sector	Subcategory	A	B	C	D	E	F	G
Code	Name		Activity	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions	Emission Factor	Emissions
			10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	(Gg)	Gg/10 ⁶ M3	Gg/10 ⁶ M3
					C=A*B		E=A*D		G=A*F
1.B.2.b.iii. 6	Other								
				TOTAL	3,767.68	TOTAL	69.64	TOTAL	4.62E-03
1.B.3	Other emissions from Energy Production								
GRAND TOTAL					5988.14		741.13		0.04

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi						
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar						
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi						
Lembar			1 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)						
step 1									
			A	B	C	D	E	F	
			Production	Imports	Exports	International Bunkers	Stock Change	Apparent Consumption	Apparent Consumption,
Fuel Types								F=A+B-C-D-E	F, Kton
Liquid Fossil	Primary Fuels	Crude Oil, MMBOE							
		Orimulsion							
		Natural Gas Liquids, MMBOE							
	Secondary Fuels	Gasoline, MMBOE							
		Jet Kerosene, MMBOE							
		Other Kerosene, MMBOE							
		Shale Oil							
		Gas/Diesel Oil, MMBOE							
		Residual Fuel Oil (Incl LSWR),							

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi						
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar						
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi						
Lembar			1 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)						
step 1									
			A	B	C	D	E	F	
			Production	Imports	Exports	International Bunkers	Stock Change	Apparent Consumption	Apparent Consumption,
		MMBOE							
		LPG, KTon							
		Ethane							
		Naphtha (HOMC). MMBOE							
		Bitumen							
		Lubricants, MMBOE							
		Petroleum Coke							
		Refinery Feedstocks, MMBOE							
		Other Oil, MMBOE							
Liquid Fossil Total, Kton									
Solid Fossil	Primary Fuels	Anthracite(a)							

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi						
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar						
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi						
Lembar			1 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)						
step 1									
			A	B	C	D	E	F	
			Production	Imports	Exports	International Bunkers	Stock Change	Apparent Consumption	Apparent Consumption,
		Coking Coal							
		Other Bit. Coal, Kton							
		Sub-bit. Coal, Kton							
		Lignite							
		Oil Shale							
	Secondary Fuels	BKB & Patent Fuel							
		Coke Oven/Gas Coke							
		Coal Tar							
Solid Fossil Total, KTon									
Gaseous Fossil		Natural Gas (Dry), kTon							
Other	Municipal Wastes (non-bio. fraction)								
	Industrial Wastes								

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi						
Kategori		Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar						
Kode Kategori		1A.1 Industri Penghasil Energi						
Lembar		1 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)						
step 1								
		A	B	C	D	E	F	
		Production	Imports	Exports	International Bunkers	Stock Change	Apparent Consumption	Apparent Consumption,
	Waste Oils							
Other Fossil Fuels Total, MMBOE								
Peat								
Total								
a If anthracite is not separately available, include with Other Bituminous Coal.								

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar			
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi			
Lembar			2 dari 3 (CO ₂ dari sumber energi - Reference Approach)			
			STEP 2		step3	
			G(a) Conversion Factor (TJ/KTon)	H Apparent Consumption (TJ)	I Carbon Content (t C/TJ)	J Total Carbon (Gg C)
Fuel Types				H=F*G		J=H*I/1000
Liquid Fossil	Primary Fuels	Crude Oil				
		Orimulsion				
		Natural Gas Liquids				
	Secondary Fuels	Gasoline				
		Jet Kerosene				
		Other Kerosene				
		Shale Oil				
		Gas / Diesel Oil				
		Residual Fuel Oil				
		LPG				
		Ethane				
		Naphtha				
		Bitumen				
		Lubricants				
		Petroleum Coke				
		Refinery Feedstocks				
		Other Oil				

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar			
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi			
Lembar			2 dari 3 (CO ₂ dari sumber energi - Reference Approach)			
			STEP 2		step3	
			G(a) Conversion Factor (TJ)/KTon)	H Apparent Consumption (TJ)	I Carbon Content (t C/TJ)	J Total Carbon (Gg C)
Fuel Types				H=F*G		J=H*I/1000
Liquid Fossil Total				-	-	59,293.44
Solid Fossil	Primary Fuels	Anthracite				
		Coking Coal				
		Other Bit. Coal(b)				
		Sub-bit. Coal				
		Lignite				
		Oil Shale				
	Secondary Fuels	BKB & Patent Fuel				
		Coke Oven/Gas Coke				
		Coal Tar				
Solid Fossil Total						
Gaseous Fossil		Natural Gas (Dry)				
Other	Municipal Wastes (non-bio. fraction)					
	Industrial Wastes					
	Waste Oils					
Other Fossil Fuels Total, MMBOE						
Peat						

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori	Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar			
Kode Kategori	1A.1 Industri Penghasil Energi			
Lembar	2 dari 3 (CO₂ dari sumber energi - Reference Approach)			
	STEP 2		step3	
	G(a) Conversion Factor (TJ/KTon)	H Apparent Consumption (TJ)	I Carbon Content (t C/TJ)	J Total Carbon (Gg C)
Fuel Types		H=F*G		J=H*I/1000
Total				
^a Please specify units. ^b If anthracite is not separately available, include with Other Bituminous Coal.				

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar			
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi			
Lembar			2 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)			
			step 4		step 5	
			K Excluded Carbon (Gg C)	L Net Carbon Emissions (Gg C)	M Fraction of Carbon Oxidised	N Actual CO2 Emissions (Gg CO2)
Fuel Types				L=J-K		N=L*M*44/12
Liquid Fossil	Primary Fuels	Crude Oil				
		Orimulsion				
		Natural Gas Liquids				
	Secondary Fuels	Gasoline				
		Jet Kerosene				
		Other Kerosene				
		Shale Oil				
		Gas / Diesel Oil				
		Residual Fuel Oil				
		LPG				
		Ethane				
		Naphtha				
		Bitumen				
		Lubricants				
		Petroleum Coke				
		Refinery Feedstocks				
		Other Oil				
Liquid Fossil Total						
Solid Fossil	Primary Fuels	Anthracite		-		

Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori			Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar			
Kode Kategori			1A.1 Industri Penghasil Energi			
Lembar			2 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)			
			step 4		step 5	
			K Excluded Carbon (Gg C)	L Net Carbon Emissions (Gg C)	M Fraction of Carbon Oxidised	N Actual CO2 Emissions (Gg CO2)
		Coking Coal		-		
		Other Bit. Coal(a)				
		Sub-bit. Coal				
		Lignite				
		Oil Shale				
	Secondary Fuels	BKB & Patent Fuel				
		Coke Oven/Gas Coke				
		Coal Tar				
Solid Fossil Total						
Gaseous Fossil Natural Gas (Dry)						
Other	Municipal Wastes (non-bio- fraction)					
	Industrial Wastes					
	Waste Oils					
Other Fossil Fuels Total						
Peat						
Total						
aIf anthracite is not separately available, include with Other Bituminous Coal.						
Sektor			Pengadaan dan Penggunaan Energi			
Kategori			Reference Approach (Auxiliary Worksheet 1-1: Estimating Excluded Carbon)			

Kode Kategori	1A				
Lembar	1 dari 1 Auxiliary Worksheet 1-1: Estimating Excluded Carbon				
	A	B	C	D	E
	Estimated Fuel Quantities (Gg)	Conversion Factor (TJ/Gg)	Estimated Fuel Quantities (TJ)	Carbon Content (t C/TJ)	Excluded Carbon (Gg C)
Fuel Types			$C=A*B$		$E=C*D/1000$
LPG(a)					
Ethane(a)					
Naphtha(a)					
Refinery Gas(a) (b)					
Gas/Diesel Oil(a)					
Other Kerosene(a)					
Bitumen(c)					
Lubricants(c)					
Paraffin Waxes(b) (c)					
White Spirit(b) (c)					
Petroleum Coke(c)					
Coke Oven Coke(d)					
Coal Tar (light oils from coal)(e)					
Coal Tar (coal tar/pitch)(f)					
Natural Gas(g)					
Other fuels(h)					
Other fuels(h)					

Sektor		Pengadaan dan Penggunaan Energi		
Kategori		Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar		
Kode Kategori		1A.1 Industri Penghasil Energi		
Lembar		2 dari 3 (CO2 dari sumber energi - Reference Approach)		
		step 4		step 5
		K Excluded Carbon (Gg C)	L Net Carbon Emissions (Gg C)	M Fraction of Carbon Oxidised N Actual CO2 Emissions (Gg CO2)
Other fuels(h)				
<p>Note: Deliveries refers to the total amount of fuel delivered and is not the same thing as apparent consumption (where the production of secondary fuels is excluded).</p> <p>^a Enter the amount of fuel delivered to petrochemical feedstocks.</p> <p>^b Refinery gas, paraffin waxes and white spirit are included in "other oil".</p> <p>^c Total deliveries.</p> <p>^d Deliveries to the iron and steel and non-ferrous metals industries.</p> <p>^e Deliveries to chemical industry.</p> <p>^f Deliveries to chemical industry and construction.</p> <p>^g Deliveries to petrochemical feedstocks and blast furnaces.</p> <p>^h Use the Other fuels rows to enter any other products in which carbon may be stored. These should correspond to the products shown in Table 1-1.</p>				

Sektor	Pengadaan dan Penggunaan Energi
--------	---------------------------------

Kategori	(Auxiliary Worksheet 1-1: Pendugaan Emisi dari Biomasa)														
Kode Kategori															
Lembar	1 dari 1 Auxiliary Worksheet 1-1: Pendugaan Emisi dari Biomasa														
	step 1							STEP 2		step 3		step 4		step 5	
	A	B	C	D	E	F		G(a)	H	I	J	K	L	M	Actual CO2 Emissions
	Production	Imports	Exports	International Bunkers	Stock Change	Apparent Consumption	Apparent Consumption	Conversion Factor	Apparent Consumption	Carbon Content	Total Carbon	Excluded Carbon	Net Carbon Emissions	Fraction of Carbon Oxidised	(Gg CO2)
						F=A+B-C-D-E	F, Kton	(TJ)/K Ton)	(TJ)	(t C/TJ)	(Gg C)	(Gg C)	(Gg C)		N=L*M*44/12
Biomass (charcoal)	54345.3423	0	0	0	0	54,345.344	54,345.34	29.5	1,603,187.60	30.5	48897.22	0	48897.2217	0.99	177,496.91