



INTERNATIONAL
ENERGY AGENCY

MANUAL

Statistik Energí



MANUAL

Statistik Energi



Statistik yang rinci, lengkap, tepat waktu dan terpercaya sangat penting dalam memantau suatu situasi energi pada tingkat nasional maupun internasional. Statistik energi merupakan dasar dalam pengambilan suatu keputusan kebijakan yang tepat.

Namun demikian, walaupun energi penting sekali dalam perkembangan dunia, kualitas daripada statistik energi cenderung menurun dalam beberapa tahun belakangan ini. Ada beberapa alasan terjadinya penurunan tersebut, antara lain liberalisasi pasar, kebutuhan data tambahan, pemotongan anggaran, dan keahlian yang berkurang.

Mengingat pentingnya suatu sistem informasi energi yang handal, Badan Energi Internasional (IEA) bekerjasama dengan Kantor Statistik Komunitas Energi (Eurostat) telah menyusun Manual Statistik Energi ini.

Manual ini dapat digunakan oleh para ahli statistik dan analis energi di seluruh negara; meskipun di dalamnya ada beberapa hal yang mengacu pada Kuesioner Gabungan IEA/OECD-Eurostat-UNECE.

Transparansi merupakan suatu prioritas penting dalam agenda para pengambil keputusan kebijakan energi. Oleh karena itu, perlu dimulai dengan tersedianya data energi yang transparan dan terpercaya. Buku Manual ini seharusnya memberi kontribusi dalam memperbaiki pengertian dari berbagai definisi dalam statistik energi, memfasilitasi penggunaan satuan dan faktor konversi energi, serta mengklarifikasi metodologi, yang pada akhirnya memperbaiki transparansi.



INTERNATIONAL
ENERGY AGENCY



MANUAL

Statistik Energi

A large, light blue magnifying glass graphic is positioned behind the title text, with its lens centered over the word 'Statistik'.

Terjemahan Bahasa Indonesia publikasi Energy Statistics Manual © OECD/IEA (2005)

Versi asli publikasi ini ditulis dalam bahasa Inggris. Meskipun segala usaha telah dilakukan untuk menjamin keakuratan terjemahan ini, masih mungkin terdapat beberapa perbedaan antara terjemahan ini dengan versi aslinya.

BADAN ENERGI INTERNASIONAL (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY)

Badan Energi Internasional (IEA) adalah badan yang berdiri sendiri yang didirikan pada bulan November 1974 dalam kerangka Organisasi Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) untuk melaksanakan program energi internasional. IEA melakukan program kerjasama secara menyeluruh di antara 28 negara dari 30 negara anggota OECD. Tujuan dasar IEA adalah:

- Untuk mengatur dan menyempurnakan sistem-sistem yang diperlukan untuk mengatasi gangguan pasokan minyak.
- Untuk mempromosikan kebijakan-kebijakan energi yang tepat dalam kancas global melalui kerjasama dengan negara-negara non-anggota, kalangan industri dan organisasi-organisasi internasional.
- Untuk mengoperasikan sistem informasi pasar minyak internasional yang berkelanjutan.
- Untuk memperbaiki struktur pasokan dan permintaan pasar energi dunia, melalui pengembangan sumber energi alternatif dan peningkatan efisiensi penggunaan energi.
- Untuk memperbaiki struktur pasokan dan pemakaian energi dunia dengan mengembangkan sumber-sumber energi alternatif dan meningkatkan penghematan energi.
- Untuk mempromosikan kerjasama internasional tentang teknologi energi.
- Untuk membantu pengintegrasian kebijakan lingkungan dan kebijakan energi.

Negara-negara anggota IEA adalah: Australia, Austria, Belgia, Kanada, Republik Ceko, Denmark, Finlandia, Perancis, Jerman, Yunani, Hongaria, Irlandia, Italia, Jepang, Republik Korea, Luksemburg, Belanda, Selandia Baru, Norwegia, Polandia, Portugal, Republik Slowakia, Spanyol, Swedia, Swiss, Turki, Inggris, dan Amerika Serikat. Komisi Eropa juga berpartisipasi dalam pekerjaan IEA.

ORGANISASI KERJASAMA EKONOMI DAN PEMBANGUNAN (OECD)

OECD adalah forum yang unik dimana pemerintahan dari 30 negara bekerja sama untuk membahas tantangan globalisasi di bidang ekonomi, sosial dan lingkungan. OECD juga memelopori usaha-usaha untuk memahami dan membantu pemerintah menanggapi perkembangan dari beberapa permasalahan terkini, seperti pengelolaan di pemerintahan, informasi ekonomi, dan beberapa tantangan yang berkaitan dengan penduduk. Organisasi ini menyediakan suatu pengaturan dimana pemerintah dapat membandingkan pengalaman-pengalaman kebijakan, mencari jawaban untuk masalah umum, mengidentifikasi praktik yang berhasil, dan bekerja untuk mengadakan koordinasi kebijakan dalam negeri dan internasional.

Negara-negara anggota OECD adalah: Australia, Austria, Belgia, Kanada, Republik Ceko, Denmark, Finlandia, Perancis, Jerman, Yunani, Hongaria, Islandia, Irlandia, Italia, Jepang, Republik Korea, Luksemburg, Meksiko, Belanda, Selandia Baru, Norwegia, Polandia, Portugal, Republik Slowakia, Spanyol, Swedia, Swiss, Turki, Inggris, dan Amerika Serikat. Komisi Eropa mengambil bagian dalam pekerjaan OECD.

EUROSTAT, L - 2920 Luxembourg

Eurostat adalah kantor statistik Komisi Eropa. Tugasnya adalah menyediakan statistik bagi Komisi Eropa, pada tingkat wilayah Eropa, yang memungkinkan dibuatnya perbandingan-perbandingan antar negara dan antar kawasan. Eurostat melakukan konsolidasi dan harmonisasi data yang dikumpulkan dari Negara-Negara Anggota. Untuk memastikan bahwa data yang dapat diakses tersedia secara meluas serta untuk membantu setiap pengguna memanfaatkan informasinya secara tepat guna, Eurostat telah menyediakan berbagai program publikasi dan layanan. Program ini dibedakan menurut tingkat pemakaiannya, yaitu umum (publik) dan spesialis, sehingga koleksi-koleksi tertentu sudah disusun untuk memenuhi kebutuhan masing-masing kelompok. Koleksi Siaran Pers, Statistik Khusus, Panorama Komisi Eropa, Buku Saku, dan Katalog ditujukan untuk pemakai umum. Berbagai koleksi tersebut secara cepat dapat memberikan informasi kunci melalui sajian hasil analisis, tabel, grafik, dan peta. Koleksi tentang metode dan tata nama serta tabel terperinci disusun sesuai dengan kebutuhan para spesialis yang akan menghabiskan banyak waktunya untuk menganalisis dan menggunakan informasi dan tabel yang sangat terperinci. Sebagai bagian dari program baru, Eurostat telah mengembangkan suatu *website*. *Website* ini menyediakan informasi yang sangat luas secara *online* mengenai produk dan layanan Eurostat, laporan berkala, katalog, publikasi *online* serta indikator-indikator di wilayah Eropa.

© OECD/IEA, 2005
International Energy Agency (IEA),
9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Mohon diperhatikan bahwa publikasi ini bersifat rahasia dan dibatasi penggunaan serta distribusinya. Syarat dan kondisi tersedia secara *online* di <http://www.iea.org/about/copyright.asp>

Kata Pengantar

Statistik yang terperinci, lengkap, tepat waktu, dan terpercaya sangat penting dalam memantau suatu situasi energi pada tingkat nasional maupun internasional. Statistik energi tentang pasokan, perdagangan, stok (cadangan penyangga), transformasi, dan pemakaian merupakan faktor utama dalam membuat suatu keputusan kebijakan energi yang tepat.

Sebagai contoh, pasar minyak – yang merupakan komoditas perdagangan terbesar di dunia – memerlukan pengawasan secara cermat agar seluruh pelaku pasar setiap saat dapat mengetahui jenis produk yang diproduksi, diperdagangkan, disimpan, dan dikonsumsi serta siapa konsumennya.

Mengingat peranan dan pentingnya energi dalam perkembangan dunia, sudah sepantasnya informasi mendasar tentang energi tersedia dan dapat dipercaya. Namun pada kenyataannya, tidaklah selalu demikian. Bahkan, belakangan ini statistik energi tersebut mengalami penurunan kualitas, ruang lingkup, dan ketepatan waktu ketersediannya.

Ada beberapa alasan dibalik menurunnya kualitas statistik energi; seperti keterbukaan pasar, permintaan data tambahan, pemotongan anggaran, dan keterbatasan tenaga ahli. Keterbukaan pasar energi, misalnya, akan memberikan pengaruh ganda terhadap data statistik. Pertama, para ahli statistik, yang dimasa lampau bisa mendapatkan informasi terperinci tentang suatu bahan bakar (gas atau listrik) hanya dari satu perusahaan nasional, pada saat ini harus melakukan survei pada puluhan atau ratusan perusahaan untuk mendapatkan situasi menyeluruh dari sektor tersebut. Kedua, pasar yang bersaing sering berperan penting dalam menjaga kerahasiaan sehingga menambah kesulitan dalam mengumpulkan informasi awal.

Disamping itu, institusi yang menyiapkan statistik energi juga memerlukan data tambahan dalam beberapa tahun belakangan ini. Mulai dari data tentang energi terbarukan hingga indikator hemat energi dan, tentunya, data tentang emisi gas rumah kaca. Penambahan beban kerja ini malah terjadi di saat institusi-institusi tersebut di banyak negara mulai mengurangi sumber daya mereka. Pengurangan tersebut terkadang dilakukan sangat drastis, hampir separuh (50%) dari staf mereka dikenakan PHK (Pemutusan Hubungan Kerja).

Tidak ada satu solusi yang tepat untuk menangani berkurangnya kualitas, ruang lingkup, dan ketepatan waktu dari data saat ini. Bagaimanapun, sangatlah jelas bahwa statistik dan para ahli statistik harus secara penuh terintegrasi dalam proses pengambilan keputusan kebijakan energi suatu negara.

Mengingat pentingnya sistem informasi energi, IEA telah memulai suatu program yang akan memutar balik situasi yang terjadi saat ini dengan mengembangkan suatu prasarana untuk memfasilitasi persiapan dan pengiriman statistik energi yang terpercaya sehingga akan meningkatkan profil statistik energi di beberapa negara.

Memperkuat keahlian dan pengalaman ahli statistik energi, dan membangun kembali kinerja perusahaan merupakan prioritas utama dari program tersebut. Oleh karena

itu, IEA, bekerjasama dengan Kantor Statistik Komisi Eropa (Eurostat), menyiapkan buku Manual Statistik Energi ini. Buku Manual ini akan membantu pendatang baru di bidang statistik energi sehingga memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang definisi, satuan, dan metodologi yang digunakan.

Buku Manual ini dapat digunakan oleh para ahli statistik energi dan analis di seluruh negara, meskipun di dalamnya ada beberapa hal yang terkait dengan kuesioner gabungan IEA/OECD-Eurostat-UNECE untuk memfasilitasi kelengkapan penjelasan kuesioner-kuesioner yang ada. Menurut rencana, buku Manual ini akan segera dilengkapi dengan panduan energi umum yang merupakan langkah awal menuju harmonisasi statistik energi di dunia.

Transparansi adalah agenda penting bagi menteri-menteri energi, sehingga perlu dimulai dengan tersedianya data energi yang transparan dan terpercaya. Kami sangat mengharapkan bahwa buku Manual ini dapat memberi kontribusi terhadap perbaikan pemahaman tentang definisi, memfasilitasi penggunaan satuan dan faktor konversi, serta mengklarifikasi metodologi yang pada akhirnya dapat meningkatkan transparansi.

Claude Mandil

Direktur Eksekutif

Ucapan Terima Kasih

Buku Manual ini dipersiapkan oleh Divisi Statistik Energi (ESD) dari Badan Energi Internasional (IEA) bekerjasama dengan Kantor Statistik Komisi Eropa (Eurostat).

Buku Manual ini dirancang dan dikelola oleh Jean-Yves Garnier, Kepala Divisi Statistik Energi IEA. Anggota lain ESD yang bertanggung jawab untuk melengkapi buku Manual ini ialah: Larry Metzroth (batubara, listrik, energi terbarukan), Mieke Reece (minyak dan gas bumi), Karen Tréanton (energi pokok dan neraca energi), Jason Elliott, Bruno Castellano, Cintia Gavay, Vladimir Kubecek, Jan Kuchta, dan Olivier Lavagne d'Ortigue. Peter Tavoularidis, Nikolaos Roubanis, dan Pekka Loesoenen dari Eurostat juga membantu persiapan buku Manual ini.

Buku Manual ini juga merupakan hasil kerja keras Tim Simmons, konsultan IEA, yang menggunakan keahlian dan pengalamannya dalam mempersiapkan *draft* secara menyeluruh.

Terima kasih, khususnya, kepada Sharon Burghgraeve untuk pekerjaan yang besar dan kesabaran yang ditunjukkan dalam membuat format; Bertrand Sadin untuk persiapan pembuatan grafik dan skematis; Corinne Hayworth untuk *layout* buku keseluruhan dan membuat teknik subjek sangat menarik; dan Viviane Consoli untuk ketajaman matanya pada pengeditan terakhir.

Selain itu, terima kasih disampaikan kepada Cecilya Malik yang telah mendedikasikan waktu, bakat, keahlian, dan dirinya untuk dengan tekun menerjemahkan versi Bahasa Inggris dari buku Manual ini ke dalam Bahasa Indonesia. Terima kasih juga disampaikan kepada Farida Zed, Saleh Abdurrahman, dan Brett Jacobs yang telah memfasilitasi dan membantu proses penerjemahan buku Manual ini.

Daftar Isi

Kata Pengantar	3
Ucapan Terima Kasih	5
Pendahuluan	13

1 Pedoman Dasar 17

1. Pendahuluan	17
2. Apa yang Dimaksud dengan “Bahan Bakar” dan “Energi”?	17
3. Apa Itu Komoditas Energi Primer dan Sekunder?	18
4. Apakah Bentuk Bahan Bakar Fosil dan Energi Terbarukan?	18
5. Bagaimana Mengukur Kuantitas dan Nilai Panas?	19
6. Apa Perbedaan antara Nilai Kalor Bruto dengan Neto?	20
7. Apa Itu “Aliran Komoditas”?	21
8. Aliran Utama Manakah yang Dipertimbangkan dalam Statistik Energi?	22
9. Bagaimana Data Energi Disajikan?	30

2 Listrik dan Panas 39

1. Apa Itu Listrik dan Panas?	39
2. Satuan Apa yang Digunakan untuk Listrik dan Panas?	41
3. Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume dan Massa ke Satuan Energi?	42
4. Aliran Listrik dan Panas	43
5. Pasokan Listrik dan Panas	46
6. Konsumsi Listrik dan Panas	51
7. Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Listrik dan Panas	53

3 Gas Bumi 57

1. Apa Itu Gas Bumi?	57
2. Satuan Apa yang Digunakan untuk Gas Bumi?	58
3. Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume ke Satuan Energi?	59
4. Aliran Gas bumi	60
5. Pasokan Gas bumi	63
6. Konsumsi Gas bumi	67
7. Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Gas Bumi	71

4 Minyak **73**

1. Apa Itu Minyak? 73
2. Satuan Apa yang Digunakan untuk Minyak? 75
3. Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume ke Satuan Massa? 76
4. Aliran Minyak 77
5. Pasokan Minyak 80
6. Konsumsi Minyak 90
7. Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Minyak 96

5 Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses **97**

1. Apa Itu Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses? 97
2. Satuan Apa yang Digunakan untuk Bahan Bakar Padat dan Gas Hasil Proses? 100
3. Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Massa dan Volume ke Satuan Energi? 101
4. Aliran Batubara 102
5. Pasokan Batubara 105
6. Konsumsi Batubara 108
7. Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Batubara 114

6 Energi Terbarukan dan Limbah **121**

1. Apa Itu Energi Terbarukan dan Limbah? 121
2. Satuan apa yang Digunakan untuk Energi Terbarukan dan Limbah? 124
3. Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume dan Massa ke Satuan Energi? 125
4. Aliran Energi Terbarukan dan Limbah 126
5. Pasokan Energi Terbarukan dan Limbah 128
6. Konsumsi Energi Terbarukan dan Limbah 133
7. Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Energi Terbarukan dan Limbah 138

7 Neraca Energi **141**

1. Mengapa perlu Membuat Neraca? 141
2. Neraca Komoditas 141
3. Neraca Energi 142
4. Perbedaan antara Neraca Energi Eurostat dengan IEA 146

L Lampíran-lampíran **151**

Lampíran 1: **Proses Konversí Bahan Bakar dan Produksí Energí** **151**

1. Pembangkitan Listrik dan Panas 151
2. Manufaktur Produk Kilang 161
3. Manufaktur Bahan Bakar Turunan Batubara 164
4. Gas Bumi 169

Lampíran 2: **Karakterístik Bahan Bakar** **173**

1. Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses 173
2. Minyak Mentah dan Produk Kilang 175
3. Gas bumi 179
4. *Biofuel* 180

Lampíran 3: **Satuan dan Kesetaraan Konversí** **183**

1. Pendahuluan 183
2. Satuan dan Keterkaitan Satu Sama Lain 183
3. Awalan Sistem Desimal 183
4. Kesetaraan Konversi 184
5. Nilai Kalor Umum 186

G Glosaríum (Daftar Kata) **191**

1. Definisi Bahan Bakar 191
2. Daftar Singkatan 199

Daftar Gambar.....

Gambar 1.1	Terminologi untuk Komoditas Energi	18
Gambar 1.2	Aliran Utama Komoditas	21
Gambar 1.3	Struktur Neraca Komoditas	31
Gambar 1.4	Sumber-Sumber Pasokan	31
Gambar 1.5	Industri	34
Gambar 1.6	Sektor-Sektor Lain	35
Gambar 1.7	Perbandingan Format Eurostat dan IEA untuk Neraca Gas Bumi	37
Gambar 1.8	Perbandingan Format Eurostat dan IEA untuk Neraca Diesel/Solar	38
Gambar 2.1	Diagram Alir Sederhana untuk Listrik	43
Gambar 2.2	Diagram Alir Sederhana untuk Panas	44
Gambar 2.3	Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Listrik dan Panas	45
Gambar 2.4	Diagram Sederhana Penggambaran Hubungan antara Input Bahan Bakar dengan Listrik dan Panas yang Diproduksi dalam Unit CHP	48
Gambar 3.1	Diagram Alir Sederhana untuk Gas bumi	61
Gambar 3.2	Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Gas bumi	62
Gambar 3.3	Diagram Alir Sederhana untuk Produksi Gas Bumi	63
Gambar 4.1	Diagram Alir Sederhana untuk Minyak	78
Gambar 4.2	Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Minyak	79
Gambar 4.3	Pasokan Minyak Mentah, NGL, Bahan Baku Kilang, Zat-Zat Aditif, dan Hidrokrabon Lainnya	80
Gambar 4.4	Diagram Alir Sederhana untuk Produksi (<i>Indigenous</i>)	81
Gambar 4.5	Pasokan Produk Akhir	84
Gambar 4.6	Pengiriman ke Industri Petrokimia	86
Gambar 4.7	Konsumsi Minyak Berdasarkan Sektor	91
Gambar 5.1	Diagram Alir Sederhana untuk Batubara	103
Gambar 5.2	Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Batubara	104
Gambar 5.3	Skema Transformasi Batubara	110
Gambar 5.4	Nilai Kalor	115
Gambar 6.1	Klasifikasi Energi Terbarukan dan Limbah dalam Tiga Kelompok	122
Gambar 6.2	Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan dan Limbah	126
Gambar 6.3	Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Energi Terbarukan & Limbah	127
Gambar 6.4	Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok I	129
Gambar 6.5	Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok II	129

Gambar 6.6	Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok III	129
Gambar 6.7	Konsumsi Energi Terbarukan dan Konsumsi Limbah menurut Sektor	134
Gambar 7.1	Proses Penyusunan Neraca Energi	142
Gambar L1.1	Pembangkit Listrik <i>Backpressure</i>	155
Gambar L1.2	<i>Steam Turbine with Extraction and Condensation</i>	156
Gambar L1.3	Turbin Gas dengan <i>Heat Recovery</i>	157
Gambar L1.4	<i>Reciprocating Internal Combustion Engine</i>	159
Gambar L1.5	Sistem <i>Co-generation Combined Gas/Steam Cycle</i>	160
Gambar L1.6	Sistem Kerja Suatu Kilang Minyak	162
Gambar L1.7	Massa Hasil <i>Coke Oven</i>	164
Gambar L1.8	Bagian-Bagian Utama <i>Blast Furnace</i>	167
Gambar L2.1	Nilai Kalor Kayu Bakar	181

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Perhitungan Nilai Kalor Rata-Rata dari Impor Gas	60
Tabel 4.1	Minyak Primer versus Minyak Sekunder	74
Tabel 4.2	Konversi dari Satuan Volume Menjadi Satuan Massa – Sebuah Contoh	77
Tabel 5.1	Produk Batubara Primer dan Turunannya	98
Tabel 5.2	Perbedaan antara Nilai Kalor Bruto dengan Neto	100
Tabel 7.1	Tabel Neraca Energi Eurostat untuk Spanyol, 1999	148
Tabel 7.2	Tabel Neraca Energi IEA untuk Spanyol, 1999	150
Tabel L2.1	Skema Komposisi Batubara	173
Tabel L2.2	Produk Batubara Primer Padat dan Turunannya	175
Tabel L2.3	Produk Minyak Primer dan Sekunder	178
Tabel L3.1	Awalan Satuan Umum (<i>Multiple</i> dan <i>Sub-multiple</i>)	183
Tabel L3.2	Kesetaraan Konversi Berbagai Satuan Volume	184
Tabel L3.3	Kesetaraan Konversi Berbagai Satuan Massa	185
Tabel L3.4	Kesetaraan Konversi Satuan Energi	185
Tabel L3.5	Kisaran Nilai Kalor menurut Jenis Batubara Tua (<i>Hard Coal</i>)	186
Tabel L3.6	Nilai Kalor menurut Jenis Kokas	186
Tabel L3.7	Nilai Kalor Gas Hasil Proses Batubara	187
Tabel L3.8	Nilai Kalor Umum Beberapa Produk Kilang Minyak	187
Tabel L3.9	Faktor Konversi dari Satuan Massa atau Volume ke Satuan Panas (Nilai Kalor Bruto)	188
Tabel L3.10	Kesetaraan Konversi antara Meter Kubik Standar (Scm) dan Meter Kubik Normal (Ncm)	188
Tabel L3.11	Kesetaraan Konversi antara Satuan LNG dan Gas Bumi	189
Tabel L3.12	Nilai Kalor Bruto Dibandingkan dengan Nilai Kalor Neto Gas Bumi	189

1 Latar Belakang

Energi selalu memainkan peranan penting dalam perkembangan hidup manusia dan pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan masyarakat. Contohnya, bahan bakar kayu telah digunakan sejak zaman dahulu untuk membuat api, dan peradaban pertama manusia telah menggunakan angin untuk berlayar ke luar negeri.

Kayu bakar pada saat itu ditemukan berlimpah dan bebas. Masyarakatnya juga masih tinggal di tempat terpencil. Ketika desa-desa dan kota-kota kecil bermunculan, barulah kayu bakar berubah menjadi komoditas perdagangan. Dengan semakin meluasnya kota, kebutuhan terhadap energi tersebut mengalami peningkatan yang signifikan, sehingga hutan-hutan mulai dieksploitasi secara berlebihan yang mengakibatkan terjadinya kelangkaan kayu bakar di berbagai wilayah. Sehubungan dengan hal tersebut, mulai timbul kesadaran untuk mengawasi pasokan dan permintaan kayu bakar.

Situasi ini berbeda dengan angin. Hingga saat ini, kapal layar masih menggunakan angin secara bebas. Demikian juga para penggiling yang masih tetap memanfaatkan angin untuk menggiling gandum/padi dengan menggunakan kincir angin. Berkembangnya turbin angin generasi pertama telah memicu berbagai perusahaan untuk mulai mengukur *output* (keluaran) dari tenaga angin untuk dimanfaatkan, misalnya dalam pembangkitan listrik.

Tanpa adanya panas dan listrik dari hasil pembakaran bahan bakar, aktivitas ekonomi akan terbatas dan terhambat. Masyarakat modern semakin banyak menggunakan energi di industri, pelayanan jasa, perumahan, dan transportasi. Contoh yang paling nyata adalah minyak, yang menjadi komoditas paling komersial, dan sebagian daripada pertumbuhan ekonomi dikaitkan dengan harga minyak.

Bagaimanapun, perlu diingat bahwa minyak maupun bahan bakar fosil lainnya, seperti batubara dan gas bumi, merupakan sumber daya alam yang terbatas. Pengaruh gabungan dari meningkatnya permintaan dan terkurasnya sumber daya alam membuat kita perlu melakukan pemantauan terhadap situasi energi. Faktor-faktor lain yang memerlukan pengetahuan yang lebih mendalam tentang pasokan dan permintaan energi adalah masalah ketergantungan, ketahanan, dan penghematan energi serta masalah-masalah lingkungan.

Dengan tidak terduga, di saat energi semakin banyak diproduksi, diperdagangkan, ditransformasikan, dan dikonsumsi serta ketergantungan terhadap energi meningkat dan emisi gas rumah kaca menjadi agenda penting di forum-forum internasional, informasi yang tepat waktu dan dapat dipercaya (andal) mengenai situasi energi di banyak negara malah menjadi sangat sulit didapatkan.

Untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai situasi energi diperlukan data yang terperinci dan terpercaya dari setiap tahap dalam aliran (rantai) produksi dan

pemanfaatan energi. Ini memerlukan adanya mekanisme pelaporan yang jelas, prosedur pengecekan yang baik, dan sumber daya manusia yang memadai. Dengan kata lain, diperlukan statistik-statistik energi yang mapan dan berkesinambungan. Namun, adanya liberalisasi pasar energi, data tambahan yang disiapkan para ahli statistik, pemotongan anggaran, dan berkurangnya personel yang berpengalaman mempunyai dampak terhadap kesinambungan beberapa sistem statistik sehingga keandalan statistik yang tersedia berkurang.

Kecenderungan ini perlu diputar balik secepatnya. Pembuat kebijakan harus menyadari keseriusan situasi ini dan dampaknya pada proses pengambilan keputusan. Pengguna data juga perlu menyadari kualitas data yang digunakannya. Para ahli statistik terus berupaya untuk mempertahankan dan meningkatkan sistem statistik yang ada dan dengan cepat beradaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi.

Oleh karena itu, banyak program yang terbentang di hadapan kita untuk dilaksanakan. Salah satu yang menjadi prioritas adalah meningkatkan keahlian dasar-dasar statistik energi sehingga definisi dan metodologi dapat diterapkan. Sehubungan dengan hal tersebut, IEA dan Eurostat mengambil inisiatif untuk mempersiapkan Buku Manual Statistik Energi.

Tujuan dari Buku Manual ini bukan memberi jawaban terhadap seluruh pertanyaan yang berhubungan dengan statistik energi, melainkan menyediakan dasar-dasar statistik energi bagi pemula/orang awam.

2 Konsep Buku Manual

Untuk mempermudah pemakainya, buku Manual ini ditulis dalam format Tanya Jawab. Butir-butir yang dibahas diperkenalkan dengan pertanyaan dasar, seperti: Apa yang dimaksud dengan “bahan bakar” dan “energi”? Satuan apa yang dipakai untuk minyak? Bagaimana data energi disajikan?

Jawaban-jawabannya diberikan dalam istilah yang mudah dimengerti dan dilengkapi dengan grafik, bagan, dan tabel. Penjelasan lebih teknis dicantumkan dalam lampiran.

Buku Manual ini terdiri dari tujuh bab. Bab pertama menyajikan dasar-dasar statistik energi. Lima bab berikutnya membahas setiap jenis bahan bakar (listrik dan panas; gas bumi; minyak; bahan bakar padat dan gas hasil proses; serta energi terbarukan dan limbah). Bab terakhir menjelaskan tentang neraca energi. Tiga lampiran teknis dan Glosarium (Daftar Kata) merupakan tambahan dalam buku Manual ini.

Pada kelima bab yang membahas masing-masing bahan bakar, ada tiga tahapan dalam membacanya. Tahap pertama berisi informasi umum mengenai bahan bakarnya. Tahap kedua menjelaskan berbagai permasalahan yang terkait dengan kuesioner gabungan IEA/OECD-Eurostat-UNECE dan tahap yang terakhir memfokuskan kepada hal-hal penting mengenai bahan bakar tersebut.

3 Pemakaian Buku Manual Bersama dengan Kuesioner Gabungan IEA/OECD-Eurostat-UNECE

Setiap tahun, IEA, Eurostat, dan Persatuan Bangsa-Bangsa Komisi Ekonomi untuk Eropa (UNECE) mengumpulkan statistik tahunan dengan menggunakan satu set kuesioner yang isinya adalah kelima kuesioner bersama tersebut (minyak, batubara, gas, listrik dan energi terbarukan) menurut definisi, satuan, dan metodologi yang selaras.

Setiap negara anggota menerima set kuesioner tersebut setiap tahunnya yang berisi definisi, penjelasan-penjelasan, dan tabel-tabel. Tulisan-tulisannya terbatas agar tidak membebani ahli statistik yang bertanggung jawab melengkapi kuesioner.

Oleh karena itu, buku Manual ini sebaiknya digunakan sebagai pelengkap yang berguna bagi kuesioner karena menyediakan latar belakang informasi dan pengetahuan mendalam dari beberapa masalah sulit.

4 Manfaat Buku Manual

Meskipun dalam pembahasannya mengacu pada kuesioner bersama IEA/OECD-Eurostat-UNECE, buku Manual ini tetap dapat digunakan oleh para ahli statistik dan analis energi dari seluruh negara di dunia.

Hampir seluruh istilah berhubungan dengan konsep-konsep umum dari statistik energi tanpa menghiraukan format dan isi kuesioner. Sebagai contoh, listrik, artinya sama di seluruh dunia. Demikian juga dengan istilah “pembangkit listrik” dan “susut transmisi”, disamping juga satuan-satuan energi seperti megawatt dan gigawatt-jam.

Harapan IEA dan Eurostat adalah bahwa buku Manual ini dapat menjelaskan pemahaman dasar-dasar statistik energi. Diharapkan juga dengan memanfaatkan buku Manual ini, keterampilan pemakai akan meningkat karena dapat lebih memahami statistiknya yang akhirnya menghasilkan statistik energi yang lebih baik.

Kami menyadari bahwa buku Manual ini belumlah dapat memberikan jawaban terhadap seluruh permasalahan dalam statistik energi. Oleh karena itu, komentar-komentar pemakai sangat diharapkan sehingga untuk edisi-edisi mendatang, buku Manual ini akan lebih sempurna dan dilengkapi dengan berbagai permasalahan yang sering dipertanyakan. Komentar-komentar tersebut dapat dikirim ke IEA dengan alamat email: stats@iea.org.

Pedoman Dasar



1 Pendahuluan

Sebagai langkah awal, seorang ahli statistik energi harus dapat menggunakan satuan bahan bakar dan energi dengan mudah serta mempunyai pengetahuan yang memadai tentang proses utama konversi bahan bakar. Ahli statistik tersebut perlu juga mengetahui konvensi dan definisi yang digunakan dalam pengumpulan dan penyajian statistik energi. Pengetahuan ini umumnya dikenal sebagai metodologi.

Penjelasan-penjelasan dalam bab ini dan dalam lampiran buku Manual akan membantu ahli statistik yang baru pertama kali berkecimpung di bidang statistik energi untuk memahami latar belakang bahan bakar dan energi secara teknis serta metodologi statistiknya.

Dalam bab ini terdapat beberapa konsep dasar dan istilah baku yang penting untuk diketahui karena sering digunakan dalam membahas bahan bakar dan energi. Uraian bab ini akan dijelaskan dalam bentuk tanya jawab. Pertanyaan-pertanyaan tersebut seperti: Apa yang dimaksud dengan “bahan bakar” dan “energi”? Apa itu komoditas energi primer dan sekunder? Apa itu aliran komoditas? Bagaimana data energi disajikan?

Jawaban-jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut sengaja disederhanakan untuk memberikan suatu pengetahuan yang logis bagi para ahli statistik. Jawaban dapat dilengkapi dengan tambahan informasi yang disajikan pada bab lain dari buku Manual ini.

2 Apa yang Dímaksud dengan “Bahan Bakar” dan “Energi”?

Dalam kamus bahasa Inggris, bahan bakar didefinisikan sebagai suatu zat yang dibakar untuk menghasilkan panas atau tenaga. Panas diperoleh dari proses pembakaran, dimana karbon dan hidrogen pada bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan melepaskan panas. Pengadaan energi sebagai panas atau tenaga, baik dalam bentuk mekanis atau listrik, merupakan alasan utama pembakaran bahan bakar. Istilah energi, bila digunakan secara tepat dalam statistik energi, merujuk hanya pada panas dan tenaga, tetapi secara bebas digunakan oleh banyak orang untuk mencakup bahan bakar juga.

Di dalam buku Manual ini, seperti dalam kuesioner bersama IEA/OECD-UNECE, istilah komoditas energi akan digunakan untuk pernyataan-pernyataan yang mencakup bahan bakar maupun panas dan tenaga. Namun demikian, para ahli statistik energi lain mungkin menggunakan istilah-istilah padanan seperti *energy carrier*, *energy vector*, atau *energyware*.

3 Apa Itu Komoditas Energi Primer dan Sekunder?

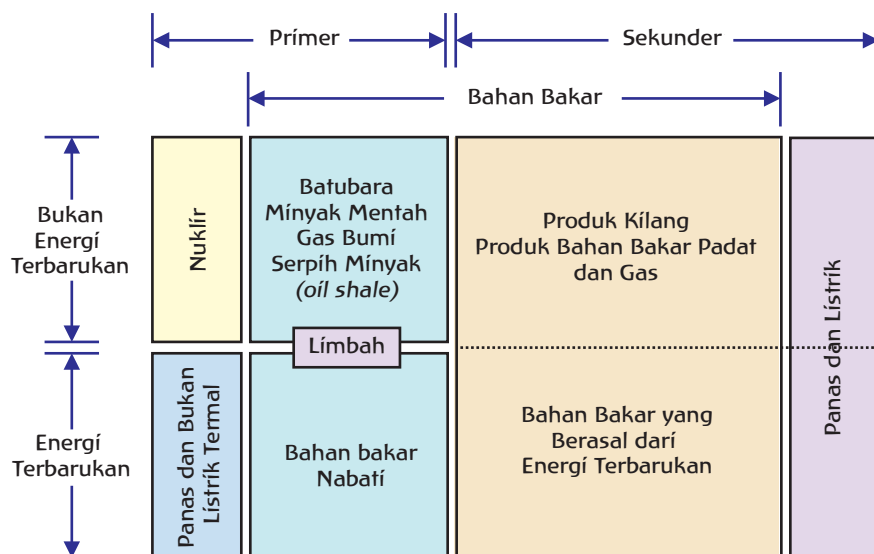
Komoditas energi bisa ditambang atau diperoleh langsung dari sumber daya alam (diberi istilah “primer”) seperti minyak bumi, batubara padat, gas bumi, atau yang diproduksi dari komoditas primer. Seluruh komoditas energi yang bukan primer tetapi diproduksi dari komoditas primer disebut komoditas “sekunder”. Energi sekunder berasal dari transformasi energi primer ataupun sekunder.

Pembangkitan listrik dengan membakar bahan bakar minyak merupakan salah satu contohnya. Contoh lainnya termasuk produk kilang (sekunder) dari minyak mentah (primer), kokas (sekunder) dari batubara (primer), arang (sekunder) dari kayu bakar (primer), dan lain-lain.

Baik listrik maupun panas dapat diproduksi dalam bentuk primer maupun sekunder. Listrik dalam bentuk primer akan dibahas dalam bab listrik. Panas primer merupakan panas yang diperoleh dari sumber daya alam (panel surya, reservoir panas bumi) dan dikenal sebagai energi “terbarukan” dalam pasokan nasional komoditas energi. Panas sekunder diperoleh dari penggunaan komoditas energi yang telah diperoleh atau diproduksi dan dicatat sebagai bagian dari pasokan nasional (sebagai contoh: panas dari fasilitas kombinasi listrik dan panas / CHP).

4 Apakah Bentuk Bahan Bakar Fosil dan Energi Terbarukan?

Gambar 1.1 • Terminologi untuk Komoditas Energi



Komoditas energi primer terbagi atas bahan bakar yang berasal dari fosil dan energi terbarukan. Bahan bakar fosil berasal dari sumber daya alam yang terbentuk dari biomassa yang mengalami proses geologis di masa lalu. Istilah fosil juga diterapkan pada bahan bakar sekunder yang diproduksi dari bahan bakar fosil. Komoditas energi terbarukan, kecuali panas bumi, diambil secara langsung atau tidak langsung dari tenaga surya dan energi gravitasi yang tersedia secara konstan. Contohnya, energi pada biomassa diperoleh dari cahaya matahari yang digunakan oleh tumbuhan selama pertumbuhannya. Gambar 1.1. memberikan ilustrasi skematis tentang energi terbarukan dibandingkan dengan bukan energi terbarukan, serta energi primer dibandingkan dengan energi sekunder.

5 Bagaimana Mengukur Kuantitas dan Nilai Panas?

Bahan bakar diukur untuk diperdagangkan dan untuk memantau proses-proses yang berkaitan dengan produksi maupun pemakaiannya. Satuan yang digunakan pada saat mengukur disesuaikan dengan kondisi fisiknya (padat, cair, atau gas) dan hanya memerlukan alat ukur paling sederhana. Satuan-satuan ini dinyatakan sebagai **satuan alami** bahan bakar (atau dipakai juga istilah satuan fisik). Contoh yang umum adalah **satuan massa** untuk bahan bakar padat (kilogram atau ton) dan **satuan volume** untuk bahan bakar cair dan gas (liter atau meter kubik). Terdapat beberapa pengecualian, seperti kayu bakar yang sering diukur dalam meter kubik atau dalam satuan volume setempat.

Energi listrik diukur dalam **satuan energi**, yaitu kilowatt-jam (kWh). Kuantitas panas dalam aliran uap dihitung dari ukuran tekanan dan temperatur uapnya, dan dinyatakan dalam kalori atau joule. Selain untuk menghitung kandungan panas uapnya, aliran panas jarang diukur tetapi diperkirakan dari bahan bakar yang diperlukan untuk memproduksinya.

Sesuatu yang juga umum dilakukan adalah mengonversi cairan dalam satuan liter atau galon ke satuan ton. Hal ini memungkinkan penjumlahan dari beberapa produk cair yang berbeda. Konversi dari satuan volume ke satuan massa ini memerlukan berat jenis dari cairan. Berat jenis beberapa bahan bakar cair tercantum pada Lampiran 2.

Bila bahan bakar dinyatakan dalam satuan fisik, kuantitasnya dapat dikonversi ke satuan lain. Hal ini dilakukan antara lain untuk membandingkan kuantitas berbagai jenis bahan bakar, memperkirakan efisiensi, dan lain-lain. Satuan yang paling umum dipakai adalah satuan energi karena potensi peningkatan panas dari bahan bakar tersebut sering menjadi alasan kenapa bahan bakar tersebut dibeli atau digunakan. Penggunaan satuan energi juga memungkinkan penjumlahan kandungan energi dari berbagai bahan bakar dalam kondisi fisik yang berbeda.

Konversi kuantitas bahan bakar dari satuan fisik maupun satuan *intermediate* lain (seperti massa) menjadi satuan energi membutuhkan suatu faktor konversi yang menyatakan panas yang diperoleh dari satu satuan bahan bakar. Faktor konversi ini disebut nilai kalor atau nilai panas bahan bakar. Ekspresi khusus dari nilai ini adalah 26 gigajoule/ton (GJ/t) untuk batubara atau 35,6 megajoule per meter kubik (MJ/M³) untuk gas. Pada buku Manual ini, akan digunakan istilah "nilai kalor" meskipun "nilai panas" juga digunakan secara luas.

Nilai kalor dari bahan bakar diperoleh dari pengukuran di laboratorium yang khusus untuk mengukur kualitas bahan bakar. Produsen bahan bakar (perusahaan penambangan, pengilangan, dll.) akan mengukur nilai kalor dan kualitas lain dari bahan bakar yang diproduksinya. Metode pengukuran nilai kalor tidak penting untuk buku Manual ini tetapi adanya air dalam pembakaran bahan bakar akan mempengaruhi nilai kalor dan ini akan dibahas pada bagian berikut ini.

6 Apa Perbedaan antara Nilai Kalor Bruto dengan Neto?

Sebagian besar bahan bakar merupakan campuran dari karbon dan hidrogen yang merupakan penghantar panas yang utama. Unsur-unsur lain ada yang tidak berpengaruh atau sedikit berpengaruh terhadap nilai kalor bahan bakar. Bila karbon dan hidrogen dikombinasikan dengan oksigen dalam suatu proses pembakaran, reaksinya menghasilkan panas. Bila hidrogen dikombinasikan dengan oksigen pada temperatur pembakaran yang tinggi, hasilnya adalah air dalam bentuk gas atau uap. Air dan produk pembakaran lainnya akan dibuang sebagai gas sisa pembakaran dari peralatan dimana pembakaran terjadi, seperti *boiler* (ketel), *engine* (mesin), *furnace* (tanur), dan lain-lain.

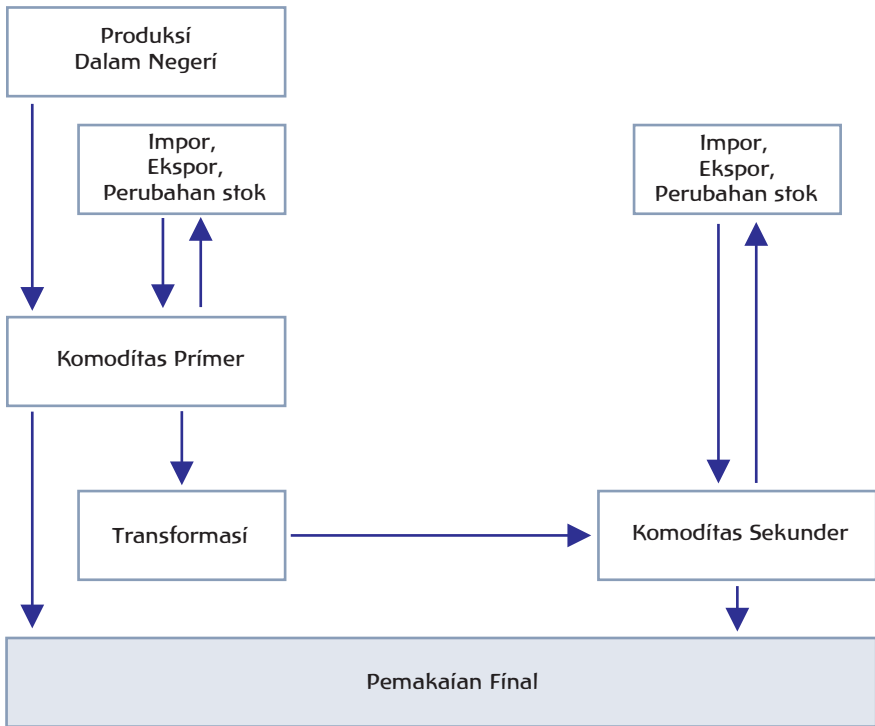
Pada saat gas buangan tersebut mendingin, air akan terkondensasi ke bentuk cair dan akan melepaskan panas. Panas yang dihasilkan ini dikenal sebagai panas laten (*latent heat*) dan akan terbuang ke udara. Nilai kalor bahan bakar dengan demikian dapat dinyatakan dalam nilai bruto (kotor) maupun nilai neto (bersih). Nilai bruto mencakup semua panas yang dilepas dari bahan bakar termasuk yang tersimpan dalam air yang terbentuk pada saat proses pembakaran. Nilai netonya tidak mencakup *latent heat* (panas laten) yang terlepas pada saat air terkondensasi. Sangat penting untuk mengetahui apakah nilai kalor yang diberikan dihitung sebagai bruto atau neto. Perbedaan nilai kalor bruto dengan neto sekitar 5% sampai 6% untuk bahan bakar padat dan cair, dan sekitar 10% untuk gas bumi.

Terdapat beberapa bahan bakar yang tidak mengandung atau sangat sedikit mengandung hidrogen, misalnya *blast furnace gas* (gas tanur tinggi), *high temperature coke* (kokas temperatur tinggi), dan beberapa *petroleum coke* (kokas minyak). Untuk bahan bakar tersebut, perbedaan antara nilai kalor neto dengan bruto akan sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

Perhitungan nilai kalor neto bahan bakar padat menjadi lebih rumit karena adanya air yang terperangkap dalam bahan bakar disamping air yang terbentuk sebagai hasil reaksi hidrogen dengan oksigen. Pengurangan nilai kalor neto akibat adanya tambahan air tersebut tidak dapat ditentukan karena kelembaban bahan bakar akan beragam menurut kondisi cuaca dan tempat penyimpanan.

Secara singkat dapat dikatakan bahwa nilai kalor neto suatu bahan bakar merupakan total panas yang diproduksi dari proses pembakaran, dikurangi dengan panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang ada dalam bahan bakarnya maupun yang dihasilkan dari reaksi pembakaran. Konsumen besar dari bahan bakar padat, seperti pembangkit listrik, seharusnya dapat memberikan nilai kalor neto dari hasil pemantauan pembangkitan listrik.

Gambar 1.2 • Aliran Utama Komoditas



7 Apa Itu “Aliran Komoditas”?

Bahan bakar fosil diekstraksi dari sumber daya alam sedangkan bahan bakar nabati (BBN) diambil dari biosfer (*biosphere*) dan dipakai secara langsung maupun dikonversi ke bentuk produk bahan bakar lain. Suatu negara dapat mengimpor komoditas yang diperlukan atau mengekspor komoditas yang tidak dipakai. Gambar 1.2 menggambarkan pola umum aliran komoditas dari yang pertama muncul dalam statistik hingga terakhir hilang (pemakaian final) dari statistik.

Suatu aliran komoditas dapat dicatat mulai dari titik awal hingga akhir. Kriteria penting untuk menghasilkan statistik yang benar dari aliran komoditas adalah komoditas tersebut tidak harus mengalami perubahan karakteristik sepanjang umurnya (*lifetime*) dan kuantitasnya harus dinyatakan dalam satuan yang sama untuk setiap sumber pasokan dan jenis pemakaiannya. Karakteristik-karakteristik yang penting adalah yang mempengaruhi kapasitas produksi energi. Sebagai contoh, batubara yang baru saja ditambang akan mengandung beberapa materi selain batubara dan akan dibuang sebelum dijual. Jadi “batubara hasil tambang” tidak akan sama dengan “batubara yang dikonsumsi”. Sehingga, angka produksi yang tercantum dalam statistik energi adalah banyaknya batubara yang tersedia setelah dicuci dan siap untuk dijual. Produk-produk yang tetap memiliki kualitas utama energinya di setiap titik dalam penghitungan statistik dianggap homogen.

Diagram alir serupa tersedia juga untuk listrik dan panas maupun tenaga mekanis. Pembahasan mengenai komoditas energi perlu dilakukan dengan hati-hati karena sifatnya abstrak dan perhitungannya dalam statistik energi hanyalah merupakan suatu konvensi. Konvensi tersebut mempengaruhi penentuan energi primernya dan yang diproduksinya.

Sebagai contoh, energi yang diperoleh dari suatu peralatan yang secara mekanis digerakkan oleh udara dan air (angin, air, ombak, tenaga pasang, dan lain-lain). Di hampir semua kondisi, tenaga mekanis yang terbentuk pada bagian peralatan yang bergerak digunakan untuk membangkitkan listrik (terkecuali misalnya pemompaan air dengan kincir angin). Karena tidak ada penggunaan lain dari tenaga mekanis tersebut kecuali untuk membangkitkan listrik, bentuk energi primer dari tenaga air, angin, dan pasang laut adalah listrik yang dibangkitkan (listrik primer). Energi mekanis tersebut tidak dinyatakan sebagai energi primer karena tidak ada manfaatnya di dalam statistik energi. Listrik primer yang diproduksi dari peralatan ini kadang-kadang dinyatakan sebagai listrik non-termal karena tidak memerlukan adanya panas untuk proses produksinya. Energi dari sel fotovoltaik (PV), yang mengonversi secara langsung sinar matahari menjadi listrik, dinyatakan sebagai listrik primer dan dikelompokkan bersama sumber listrik non-termal. Namun demikian, ternyata efisiensi sel PV sangat rendah.

Panas primer berasal dari reservoir panas bumi, reaktor nuklir, dan juga panel solar yang mengonversi radiasi solar menjadi panas.

Bentuk energi nuklir bukanlah kandungan panas dari bahan bakar nuklir yang digunakan karena sulit untuk ditentukan secara jelas. Sebagai gantinya, kandungan panas uap yang keluar dari reaktor menuju turbin lah yang dinyatakan sebagai energi primernya.

8 Aliran Utama Manakah yang Dipertimbangkan dalam Statistik Energi?

Produksi

Bahan Bakar

Bahan Bakar dapat diproduksi dengan berbagai cara: tambang terbuka (*open pit/surface*) dan tambang bawah tanah (*underground*) untuk batubara, lepas pantai untuk minyak, penebangan hutan untuk kayu bakar, dan lain-lain.

Produksi bahan bakar fosil primer biasanya diukur di titik eksploitasi cadangan. Angka produksi yang dicatat adalah angka yang sudah tersedia dalam keadaan dapat dipasarkan. Setiap kuantitas yang tidak disimpan untuk digunakan atau dijual tidak tercatat sebagai angka produksi. Contohnya adalah gas yang diambil dari ladang gas atau minyak yang dikembalikan ke dalam ladangnya untuk menjaga tekanannya (*gas re-injeksi*), dibakar (*flared gas*) atau dilepas ke udara (*vented gas*). Sisa gas akan diproses lebih lanjut untuk mengeluarkan gas yang lebih berat (NGL). Dengan demikian, yang dicatat sebagai produksi gas yang siap dipasarkan adalah yang dihitung setelah gas re-injeksi, gas buang dan NGL dikeluarkan dari produksi bruto (yang tercatat di titik eksploitasi cadangan). Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dalam bab Gas Bumi.

Produksi Bahan Bakar Nabati (BBN)

Usaha untuk mengukur produksi BBN menjadi rumit dengan tidak terdefinisinya titik produksi BBN. Penggunaan BBN yang tersebar luas dan terpecah menunjukkan bahwa proses pembakaran BBN sering dekat dengan lokasi pengumpulannya dan seringkali transaksinya bukan komersial. BBN tertentu seperti kayu bakar, diperdagangkan di beberapa negara tetapi, dari perspektif global, perdagangan BBN hanya sebagian kecil dari total pemanfaatannya.

Menentukan angka produksi kayu bakar dan BBN lainnya juga rumit karena produksinya sebagian besar adalah untuk penggunaan yang bukan bahan bakar. Bagian terbesar dari produksi kayu komersial adalah untuk konstruksi dan industri mebel (*furniture*), sedangkan yang digunakan sebagai bahan bakar, hanya relatif kecil bersama dengan sisa dari pembuatan produk kayu. Begitu juga dengan etanol yang digunakan sebagai komponen campuran pada bensin, produksinya dari fermentasi biomassa khususnya untuk industri makanan dan minuman dan hanya sebagian kecil yang digunakan untuk campuran bahan bakar.

Pada kondisi seperti ini, produksi merupakan perhitungan balik yang dibuat sama dengan total penggunaan BBN-nya, yaitu penggunaan yang mendefinisikan komoditas tersebut sebagai bahan bakar. Tidak ada usaha yang dilakukan untuk menghitung langsung produksinya atau bahkan produksi untuk penggunaan bukan bahan bakar. Perhitungan balik produksi BBN ini dapat berubah di masa mendatang dengan terbentuknya pasar bagi produk BBN (misalnya biodiesel) akibat dipacunya pemanfaatan BBN. Dalam situasi demikian, aliran komoditas dari produksi sampai pemakaian final jelas terlihat melalui aktivitas-aktivitas perdagangan komersial yang berlaku secara umum, dan kriteria dalam mendefinisikan produksi bahan bakar fosil akan berlaku juga di sini.

Ada beberapa negara yang BBN-nya merupakan bagian daripada impor dan ekspor. Jika pasar komersial BBN tercipta, perhitungan produksi BBN secara sendiri mungkin bisa terjadi. Jika tidak, angka produksi hasil perhitungan perlu disesuaikan yang mencakup impor dan ekspor.

Listriik dan Panas Primer

Menentukan angka produksi listrik dan panas primer berkaitan erat dengan definisi dari kedua jenis energi tersebut pada kondisi eksploitasi yang berbeda. Umumnya, statistik produksinya dihitung sejauh mungkin di sisi hilir aliran energi sebelum pemanfaatannya. Misalnya untuk listrik tenaga air. Produksi listrik primernya adalah yang dibangkitkan pada dinamo arus-tukar (*alternator*) yang digerakkan oleh turbin-turbin air. Untuk reaktor nuklir, produksi primernya adalah kandungan panas dari uap air yang keluar dari reaktor; terkadang pada beberapa kondisi tertentu, sebagian uap air diambil dari reaktor untuk pemanasan wilayah (*district heating*) disamping juga untuk pembangkitan listrik. Bila ini tidak terjadi, *input* uap air ke turbin yang digunakan.

Apakah Cakupan Nasional dari Statistik Energi?

Wilayah cakupan pengumpulan data yang mendukung statistik energi sangat penting untuk penggunaan dan konsistensi dengan statistik ekonomi lain. Para ahli statistik energi harus menjamin bahwa wilayah cakupan statistiknya diketahui dan dinyatakan dalam buletin-buletin maupun publikasi statistik lainnya. Definisi wilayah cakupan harus memperjelas jarak wilayah mana yang berada di bawah yuridiksi nasional dan apakah tercakup dalam data energi. Khususnya, pulau-pulau yang jauh lokasinya. Apakah pulau-pulau tersebut masih merupakan bagian yang dipertimbangkan dari wilayah nasional? Apakah konsumsi bahan bakar dalam pulau tersebut dan yang digunakan untuk penerbangan udara dari pulau besar ke pulau tersebut termasuk ke dalam statistik energi nasional sebagai penggunaan bahan bakar dalam negeri? Dengan kata lain, apakah konsumsi dan pasokan bahan bakar yang memasuki dan meninggalkan setiap wilayah perdagangan bebas di suatu negara termasuk ke dalam data nasional?

Cakupan data konsumsi nasional juga dipengaruhi oleh cara data tersebut dikumpulkan. Data konsumsi umumnya dikumpulkan melalui gabungan dua jenis survei:

- Survei langsung pelanggan, atau
- Survei pemasok bahan bakar, dimana pemasok mengklasifikasikan pengiriman berdasarkan aktivitas ekonomi atau tipe pelanggan.

Perusahaan pembangkit listrik utama sudah biasa menyiapkan data terinci dari konsumsi energi mereka dan langsung dikirimkan kepada kantor-kantor statistik. Untuk industri, datanya bisa dikumpulkan dengan metode manapun, sedangkan konsumsi oleh sektor tersier dan rumah tangga diperkirakan melalui survei pengiriman dari pemasok.

Perbedaan antara perkiraan berdasarkan pengiriman pada pelanggan dengan konsumsi sebenarnya dianggap sebagai perubahan pada stok pelanggan. Konsekuensinya, ketika melakukan survei konsumsi langsung terhadap pelanggan, sangat penting untuk mencatat perubahan tingkat stok tersebut karena perubahan tingkat tersebut harus tercatat dalam perubahan tingkat stok nasional.

Seringkali kandungan panas dari uap yang memasuki suatu turbin tidak diketahui dan perlu diperkirakan. Perkiraan ini dilakukan dengan menghitung balik dari produksi listrik bruto dengan menggunakan efisiensi termal dari pembangkitnya. Pendekatan yang sama bisa juga digunakan untuk mengestimasi *input* panas dari panas bumi ke turbin jika panas yang ada dalam aliran uap panas bumi tidak dapat diukur. Untuk itu, perlu digunakan satu efisiensi termal baku.

Impor dan Ekspor (Perdagangan Luar Negeri)

Perdagangan bahan bakar antara pembeli dan penjual di negara yang berbeda menimbulkan beberapa masalah dalam pencatatan statistik impor dan ekspor. Masalah yang paling mendasar adalah memastikan bahwa definisi wilayah/batas nasional (lihat kotak) jelas dan diterapkan sama untuk semua komoditas

energi. Jika negara mempunyai “wilayah perdagangan bebas”, sebaiknya dibuat suatu kesepakatan pencantuman atau pengeluaran dari pelaporan serta dampak daripada kesepakatan tersebut pada konsistensi perhitungan komoditas di dalam negerinya, terutama stok nasional dan angka-angka konsumsi.

Impor dan ekspor suatu komoditas adalah kuantitas yang masuk maupun keluar dari suatu negara sebagai hasil dari pembelian dan penjualan orang yang tinggal di negara tersebut. Suatu kuantitas dianggap sebagai impor atau ekspor apabila sudah melintasi batas nasional suatu negara, terlepas apakah sudah atau belum mendapatkan izin dari pabean. Supaya ada konsistensi antara angka perdagangan bahan bakar atau energi ke luar negeri dengan indikator-indikator ekonomi pokok, pembeliannya paling sedikit ditujukan untuk pemakaian domestik. Ini mengharuskan kuantitas yang melalui suatu negara “dalam transit” tidak dicakup dalam angka ekspor dan impor. Hal yang dilakukan untuk mengidentifikasi dengan benar asal dan tujuan perdagangan, tidak hanya bertujuan untuk mengeliminasi perdagangan transit tetapi juga untuk memberikan informasi yang penting mengenai ketergantungan negara pada pasokan luar negeri.

Informasi asal dan tujuan perdagangan biasanya tersedia untuk bahan bakar yang dikirim sebagai kargo (bahan bakar yang dapat mudah disimpan), tetapi informasi serupa untuk komoditas energi melalui jaringan lebih sulit didapat. Penggunaan alat pengukur gas atau listrik akan memberikan angka yang akurat tentang kuantitas fisik dari komoditas yang melintasi batas negara tetapi tidak memberikan informasi tempat asal dan tujuan akhir. Juga dalam pasar listrik yang sudah dideregulasi (bebas), negara asal listrik dikirim dapat berbeda dengan negara dimana perusahaan yang menjualnya terdaftar. Contohnya, perusahaan listrik Spanyol dapat menjual listrik ke pelanggan di Belgia dan mengatur pasokannya dari Perancis. Dengan adanya perdagangan energi melalui jaringan di pasar bebas, memungkinkan terjadinya perbedaan-perbedaan antara aliran perdagangan komersial dengan aliran fisiknya.

Untuk keperluan statistik nasional dan internasional, tidaklah praktis untuk mengidentifikasi secara tepat asal dan tujuan dari listrik tersebut. Sebaiknya, pencatatan didasarkan pada aliran fisiknya dan negara asal serta tujuan akan diperlakukan sebagai negara-negara tetangga. Hal ini berarti bahwa, untuk listrik, kuantitas transit akan disertakan dalam statistik energinya.

Pelaporan perdagangan luar negeri untuk gas bumi diperlukan untuk mengidentifikasi asal dan tujuan pengiriman gas. Selama dua dekade ini, pasar gas internasional telah berkembang pesat dengan adanya pipa-pipa baru dan penggunaan transportasi gas alam cair (LNG) apabila pipa tidak ekonomis. Berbeda dengan produksi listrik, produksi gas tergantung pada ketersediaan cadangan gas dan ini menimbulkan masalah ketergantungan pasokan gas suatu negara/wilayah terhadap negara/wilayah lain. Dalam rangka menyediakan informasi yang tepat tentang asal dan tujuan, ahli statistik nasional perlu bekerja sama dengan pengusaha pengimpor dan pengeksport gas.

Bunker Laut Internasional

Pengiriman minyak ke kapal untuk konsumsi selama pelayaran internasional (bunker minyak) merupakan kasus khusus aliran minyak dari suatu negara. Minyak digunakan sebagai bahan bakar oleh kapal dan bukan merupakan bagian dari kargo. Terlepas dari negara tempat terdapatnya, semua kapal yang mengadakan

pelayaran internasional harus dicatat dalam statistik ini. Statistik bunker laut internasional mencakup juga bahan bakar yang digunakan kapal-kapal angkatan laut. Perlu diperhatikan bahwa data yang termasuk sebagai minyak yang digunakan untuk kebutuhan bunker laut internasional harus memenuhi definisi yang diberikan di sini, dan khususnya, tidak mencakup minyak yang digunakan oleh kapal-kapal nelayan.

Mesin di kapal-kapal besar terkadang menggunakan bahan bakar yang kualitasnya berbeda dengan yang biasa dikenal di darat. Jika ini terjadi, perbedaan tersebut (khususnya nilai kalor) harus diketahui dan dicatat sebagai perhitungan neraca energi dan perhitungan emisi.

Pentingnya memiliki aliran minyak khusus untuk bunker laut internasional berkaitan dengan cara bagaimana emisi dari bunker laut internasional dan penerbangan sipil internasional dicatat dalam inventarisasi nasional yang dilaporkan pada Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim PBB (UNFCCC). Kenyataannya, emisi-emisi tersebut tidak tercatat dalam inventarisasi nasional.

Stok

Stok bahan bakar bertujuan untuk menjamin berlangsungnya kegiatan bila terjadi suatu perubahan dalam pasokan atau kebutuhan. Pemasok bahan bakar mengadakan stok untuk menutupi fluktuasi produksi bahan bakar, dan/atau impor, serta permintaan bahan bakar. Sedangkan konsumen mengadakan stok untuk menutupi fluktuasi dalam pengiriman maupun konsumsi bahan bakar. Stok yang diadakan oleh pemasok dan pengusaha pembangkit listrik harus selalu tercatat dalam statistik bahan bakar nasional. Stok yang diadakan oleh konsumen lainnya tercakup dalam statistik kalau angka konsumsi dari konsumen tersebut didasarkan dari survei konsumsi di lokasi konsumen.

Tidak seperti unsur “aliran” lain dalam pencatatan statistik (konsumsi, impor, produksi, dll.) yang mempunyai periode pelaporan lengkap, tingkat stok diukur langsung pada suatu waktu tertentu. Tingkat stok pada awal dan akhir periode pelaporan dikenal sebagai penambahan stok (*opening stock*) dan stok penutupan (*closing stock*). Aliran bahan bakar akan timbul apabila terjadi perubahan dalam tingkat stok dan perubahan stok inilah yang masuk dalam catatan statistik. Perubahan stok akibat adanya penambahan stok (penutupan stok > stok pembukaan) dan pengurangan stok (stok pembukaan > stok penutupan) masing-masing dikenal sebagai penimbunan stok dan pelepasan stok.

Tidak semua stok di dalam negara harus dihitung sebagai stok nasional. Kriteria stok yang dihitung adalah ketersediaannya dalam memenuhi permintaan suatu bahan bakar yang melebihi pasokannya ataupun sebaliknya.

Ada banyak jenis stok, terutama untuk produk kilang minyak sehingga memerlukan kehati-hatian dalam mengalokasikan kuantitasnya ke dalam kategori stok yang relevan. Jenis stok untuk minyak mentah dan produk kilang mencakup stok yang diadakan oleh pemerintah, oleh konsumen besar, oleh organisasi penyimpanan stok, stok yang terdapat pada kapal-kapal laut yang baru masuk pelabuhan, stok yang terdapat di daerah terikat, dll. Perincian dari jenis stok dapat disesuaikan dengan keperluan dan penggunaan data (misalnya untuk ketahanan energi, kondisi darurat, dll.)

Transformasi Bahan Bakar

Transformasi bahan bakar atau konversi bahan bakar merupakan proses yang mengubah bahan bakar primer, secara fisik dan/atau kimiawi, menjadi komoditas energi sekunder yang bernilai lebih dibanding bentuk primernya. Berbagai proses konversi bahan bakar dan produksi energi dijelaskan secara rinci dalam Lampiran 1. Sebagai contoh adalah produksi kokas dari batubara dalam coke oven (dapur kokas) atau pembangkitan listrik melalui proses pembakaran bahan bakar.

Meskipun kedua contoh tersebut dianggap oleh para ahli statistik energi sebagai proses transformasi, namun penting untuk dicatat bahwa sebenarnya secara mendasar keduanya berbeda. Produksi kokas merupakan contoh yang sebenarnya dari proses konversi, yaitu suatu proses pemisahan (*separation process*). Dalam hal ini, hampir seluruh kandungan karbon dalam batubara tetap berada dalam kokas, sedangkan kandungan hidrogen dalam batubara serta sebagian kecil karbon menjadi *coke-oven gas* (gas dapur kokas) dan beberapa produk kilang minyak. Semuanya bisa dianggap sebagai bahan bakar dan, idealnya, tidak terjadi pembakaran dalam proses tersebut. Sebaliknya, pembangkitan listrik dengan membakar bahan bakar memerlukan adanya pembakaran bahan bakar dimana sebagian dari energi panas (uap) yang dihasilkan akan diubah menjadi listrik. Kandungan karbon dan hidrogen yang ada pada bahan bakar akan hilang dan teremis ke udara dalam bentuk karbondioksida (CO_2) dan air.

Produksi panas dalam fasilitas pembangkit panas juga merupakan hasil proses pembakaran dan ini identik dengan pengadaan panas (*heat raising*) oleh konsumen final (*final consumer*). Produksi panas (uap) merupakan aktivitas transformasi sehingga panas yang dijual akan tercatat dalam pasokan panas total untuk dikonsumsi oleh pengguna akhir (*final user*). Bahan bakar yang digunakan juga harus dicatat ke dalam sektor transformasi. Jika tidak panas yang dihasilkan dan dijual oleh perusahaan penghasil panas tidak akan muncul dalam neraca sehingga, konsekuensinya, konsumsi bahan bakar oleh perusahaan akan lebih tinggi (berlebihan).

Konsumsi Final

Konsumsi final bahan bakar meliputi pemakaian untuk pengadaan panas dan pemakaian non-energi. Bahan bakar yang digunakan untuk produksi listrik dan serta kuantitas energi yang dihasilkan tidak dihitung sebagai konsumsi final melainkan dalam sektor transformasi.

Konsumsi energi final

Konsumsi energi final meliputi pengiriman komoditas kepada konsumen untuk kegiatan yang bukan konversi maupun transformasi sebagaimana dijelaskan pada tempat lain dalam struktur neraca. Komoditas energi dianggap dikonsumsi, bukan ditransformasikan ke bentuk lain. Singkatnya, mereka hilang dari perhitungan.

Kuantitas yang ditampilkan bertujuan untuk memberi gambaran tentang kebutuhan energi yang digunakan untuk aktivitas-aktivitas ekonomi. Dalam sektor industri, misalnya, konsumsi komoditas energi adalah untuk pemakaian final tanpa ada transformasi menjadi komoditas lain.

Statistik yang tercantum di bagian neraca komoditas ini, biasanya diambil dari laporan pengiriman oleh industri energi untuk perusahaan yang diklasifikasikan

berdasarkan kegiatan pokok ekonominya atau dari survei langsung ke konsumen. Klasifikasi perusahaan dilakukan secara lokal, baik oleh perusahaan energi atau oleh administrasi negara dengan menggunakan sistem klasifikasi nasional untuk kegiatan ekonomi. Pada Komisi Eropa, sistem ini bisa disamakan dengan Nomenklatur Générale des Activités Economiques dans les Communautés Européennes (NACE rev. 1), dan berbagai negara ada yang langsung mengadopsi atau mulai mengadopsi klasifikasi nasional mereka dengan Klasifikasi Industri Standar Internasional (ISIC rev. 3). Kedua sistem internasional ini identik sampai dengan tingkat tiga digit. Adopsi secara luas dari klasifikasi umum sangat penting untuk melakukan perbandingan diantara statistik energi dari berbagai negara. Meskipun terdapat keterbandingan yang baik pada saat ini, pengguna harus selalu menyadari rentang waktu suatu data mungkin mencakup periode saat klasifikasi nasional yang dipakai berbeda dengan norma internasional yang ada pada saat itu.

Industri

Perusahaan industri menggunakan komoditas energi untuk menghasilkan panas untuk pemakaian sendiri, untuk tujuan non-energi, transportasi, listrik, serta produksi panas untuk dijual. Penggunaan bahan bakar dalam tiga kategori terakhir di atas bukanlah bagian daripada konsumsi energi final sektor industri, dan biasanya dilaporkan pada kuesioner lainnya. Bahan bakar yang digunakan oleh perusahaan untuk transportasi, dilaporkan dalam statistik konsumsi final sektor transportasi. Statistik bahan bakar yang digunakan oleh perusahaan dapat diperoleh langsung dari survei perusahaan atau diperkirakan dari pengiriman bahan bakar untuk mereka. Dalam kasus terakhir, seringkali sulit untuk memperoleh informasi yang memadai yang memisahkan penggunaan bahan bakar untuk berbagai tujuan yang tercantum di atas. Biasanya jenis bahan bakar yang digunakan akan menentukan aktivitasnya. Namun adanya perbedaan yang cukup signifikan dari pajak untuk minyak sejenis yang pemakaiannya berbeda dapat mengaburkan identifikasi kategori penggunaannya yang benar.

Sektor industri dibagi menjadi dua belas cabang. Definisi dari kode NACE diberikan dalam kuesioner tahunan. Hanya dua cabang yang perlu dijelaskan dalam buku Manual ini.

Pertama adalah untuk cabang industri kimia. Pada cabang ini, kuantitas yang tercatat sebagai konsumsi industri meliputi penggunaan sebagai bahan bakar dan sebagai bahan baku (*feedstock*), walaupun kuantitas yang digunakan untuk bahan baku biasanya tercatat juga di tempat lain dalam kuesioner. Pemakaian sebagai bahan baku dibahas dalam bagian pemakaian bahan bakar sebagai non-energi di bawah ini.

Demikian juga, angka konsumsi energi final oleh industri besi dan baja hanya mencakup kebutuhan pembakaran untuk pemanasan *coke oven* (dapur kokas) dan *metal finishing* (pengerjaan akhir logam). Jumlah batubara dan kokas yang mengalami transformasi dilaporkan dalam sektor transformasi.

Transportasi

Ada lima moda transportasi (*transportation mode*) utama yang diidentifikasi dalam sektor ini. Angka-angka yang diberikan adalah yang berhubungan dengan penggunaan untuk kegiatan transportasi itu sendiri dan bukan yang dikonsumsi oleh perusahaan transportasi untuk tujuan non-transportasi. Biasanya harga bahan bakar untuk transportasi yang menghalangi penggunaannya untuk tujuan non-transportasi. Hanya empat moda transportasi yang memerlukan penjelasan:

- Jalan/Darat Adalah umum untuk semua jenis bahan bakar transportasi darat yang digunakan sebagai pendukung kegiatan transportasi. Namun, beberapa diantaranya digunakan di luar jalan, seperti untuk penggalian, pengangkatan (*lifting*), dan kebutuhan pertanian atau kehutanan. Dalam jumlah sedikit tetapi signifikan digunakan untuk *pleasure craft* (kendaraan pesiar) dan peralatan taman. Konsumsi untuk penggunaan beragam ini hanya dapat diperoleh dengan survei. Tidak ada dari pemakaian di luar jalan ini yang dimasukkan ke dalam konsumsi transportasi darat.
- Udara Bila tersedia data terpisah yang menunjukkan pengiriman bahan bakar untuk pesawat yang melakukan penerbangan internasional, angkanya dimasukkan dalam penerbangan sipil internasional (lihat penjelasan mengenai bunker laut internasional di atas). Bila data yang terpisah tersebut tidak ada, semua pengiriman bahan bakar dicantumkan sebagai penerbangan domestik.
- Pipa Penggunaan bahan bakar dan listrik pada kompresor dan/atau stasiun pompa, pada pipa gas, minyak atau lumpur batubara (*coal slurry*) dicantumkan sebagai transportasi pipa.
- Navigasi Sungai Semua konsumsi bahan bakar untuk transportasi barang atau orang di sungai maupun pelayaran laut nasional harus dimasukkan di sini. Pelayaran nasional adalah pelayaran yang dimulai dan berakhir di negara yang sama tanpa berhenti di pelabuhan asing. Perlu dicatat di sini bahwa sebagian besar pelayarannya mungkin mengambil tempat di perairan internasional misalnya dari Le Havre ke Marseilles. Bahan bakar yang dikonsumsi oleh kapal-kapal penangkap ikan dari semua jenis (sungai, pantai atau laut dalam) harus dimasukkan dalam konsumsi sektor pertanian.

Sektor-sektor lain: rumah tangga, komersial, jasa publik, dll.

- Pertanian Pemakaian energi untuk kehutanan dan menangkap ikan, termasuk menangkap ikan di laut dalam, harus dicantumkan di sini. Namun, terkadang bahan bakar yang dikirim untuk menangkap ikan di laut dalam tidak dimasukkan dalam sektor ini dan dimasukkan dalam statistik dari bunker laut internasional. Hal ini seharusnya tidak demikian. Sebagian kecil dari pengiriman diesel/solar untuk transportasi darat dikonsumsi dalam sektor ini sebagai pemakaian "di luar jalan".
- Rumah tangga Statistik konsumsi energi di rumah tangga dikumpulkan dengan banyak cara di berbagai negara. Data konsumsi gas dan listrik biasanya diperoleh dari pembacaan meteran yang dipasang oleh perusahaan gas atau listrik tersebut. Konsumsi bahan bakar yang dapat disimpan (*stockable*) dapat diperoleh dengan menghitung perbedaan antara semua pengiriman dengan pengiriman ke sektor-sektor ekonomi aktif yang pengirimannya tercatat. Beberapa negara juga melakukan survei konsumsi energi rumah tangga yang dapat membantu mengungkapkan bias dalam statistik berdasarkan pengiriman.

Penggunaan Listrik

Hampir semua konsumsi listrik digunakan untuk tenaga, panas, dan penggunaan elektronik yang mengakibatkan hilangnya energi listrik sebagai panas. Dengan demikian, listrik tidak pernah dilaporkan sebagai pemakaian non-energi. Penggunaan listrik untuk elektrolisa dilakukan di beberapa industri. Namun, statistik yang membedakan pemakaian ini dengan pemakaian lainnya dalam industri tersebut tidak pernah tersedia dan sebagai konsekuensinya, semua konsumsi tercatat sebagai pemakaian energi.

Pemakaian bahan bakar yang non-energi

Sejumlah bahan bakar dapat digunakan untuk keperluan non-energi, yaitu:

- Sebagai bahan mentah (*raw material*) untuk manufaktur produk bukan bahan bakar (pemakaian bahan baku). Penggunaan kandungan hidrokarbon dari bahan bakar sebagai bahan baku terbatas pada industri pengilangan minyak dan petrokimia.
- Untuk sifat fisiknya. Pelumas dan lemak digunakan dalam mesin-mesin karena kualitasnya yang “melicinkan” serta aspal pada atap dan jalan untuk kualitasnya yang tahan air (*waterproofing*) dan tahan lama.
- Untuk sifat kelarutannya. Spiritus dan semacamnya yang digunakan sebagai cairan pelarut dalam pabrik cat dan juga sebagai zat pembersih industri.

Industri petrokimia sampai sejauh ini merupakan konsumen paling penting dalam pemanfaatan bahan bakar untuk keperluan non-energi. Dalam industri ini, bahan bakar fosil (minyak, gas, dan produk sampingan *coke-oven*) serta karbon dalam biomassa dikonversi menjadi produk organik sintesis.

Perengkahan uap (*steam cracking*) dari produk kilang minyak atau cairan gas bumi (NGL) merupakan proses konversi terpenting dalam industri petrokimia. Bahan bakunya mencakup nafta, diesel, dan gas minyak cair (LPG). Bahan lainnya seperti etana, propana, dan butana dari pengolahan gas bumi dapat juga digunakan jika tersedia.

Proses perengkahan uap tersebut menghasilkan berbagai produk kimia antara (etilena, propilena, butadiena, benzena, toluena dan xilena) dan produk sampingan (hidrogen, metana dan bensin hasil pirolisa) yang digunakan sebagai bahan bakar dan/atau kembali ke kilang-kilang minyak. Kuantitas yang kembali ke kilang minyak disebut sebagai *backflows* (arus balik).

Karbon padat, biasanya dalam bentuk kokas, digunakan untuk beberapa proses non-energi di sektor industri kimia. Termasuk produksi soda abu, silikon karbida (*silicon carbide*), dan *carbo anodes*. Yang terakhir biasanya terbuat dari *petroleum coke* berkualitas tinggi (kalsinasi) sementara kedua kokas (*coke-oven coke* dan *petroleum coke* “hijau”) digunakan untuk proses lain.

9

Bagaimana Data Energi Disajikan?

Mengumpulkan statistik yang andal merupakan satu hal tersendiri. Untuk menyebarluaskan informasi ini dalam tatanan yang jelas dan komprehensif adalah permasalahan yang berbeda.

Format neraca komoditas

Format yang paling sering digunakan untuk menyajikan data komoditas energi adalah suatu neraca dimana sumber pasokan dari setiap komoditas dan pemakaiannya ditampilkan dalam satu kolom. Format neraca ini secara konseptual identik dengan rekening kas sederhana dimana sumber pendapatan, kalau dijumlahkan, sama dengan total pengeluaran setelah perubahan-perubahan dalam kas tersebut diperhitungkan.

Gambar 1.3 • Struktur Neraca Komoditas

Sumber pasokan (Gambar 1.4)
+ Transfer antarkomoditas
= PASOKAN DOMESTIK
perbedaan statistik
JUMLAH PERMINTAAN =
<i>Input Transformasi</i>
+ Pemakaian sendiri sektor energi
+ Susut distribusi dan susut lainnya
+ KONSUMSI FINAL =
Pemakaian non-energi
+ Konsumsi energi final

Format neraca ini sesuai untuk komoditas energi apabila komoditas tersebut homogen pada setiap titik dalam neraca tersebut. Persyaratan ini dijelaskan dalam Bagian 7 pada aliran komoditas. Selain itu, komoditas energi harus dinyatakan, dalam satuan massa atau satuan energi karena satuan volume (meter kubik) tergantung pada tekanan atau temperatur.

Kerangka utama dari neraca komoditas ditampilkan pada Gambar 1.3. Format neraca komoditas negara-negara dan organisasi-organisasi internasional berbeda satu dengan yang lain dan juga dari format yang disederhanakan pada Gambar 1.3. Namun, model yang diajukan di sini akan menjelaskan hal-hal yang utama serta perbedaan-perbedaan yang ada diantara organisasi-organisasi tersebut. Perbedaan neraca IEA dengan Eurostat akan dibahas di bawah ini.

Neraca komoditas disusun menurut aturan aritmatika yang ditampilkan pada Gambar 1.3. Sumber pasokan akan bertambah (atau berkurang) dengan adanya transfer antar komoditas. Totalnya merupakan pasokan untuk memenuhi kebutuhan domestik. Total permintaan merupakan jumlah pemakaian sebagai *input* transformasi, pemakaian dalam sektor energi untuk kebutuhan selain dari transformasi, susut-susut dari titik produksi komoditas energi hingga pemakaian final (konsumsi finalnya). Konsumsi final merupakan jumlah dari pemakaian sebagai non-energi dan energi.

Penjelasan Gambar 1.3 dirinci lebih lanjut di bawah ini. Sumber pasokan dilaporkan menurut unsur utamanya seperti dalam Gambar 1.4.

Gambar 1.4 • Sumber-Sumber Pasokan

Produksi
Sumber-sumber lain
Impor
Ekspor
Bunker laut internasional
Perubahan stok

Produksi meliputi produksi *indigenous* (lokal) dan produksi sumber-sumber lain. Produksi *indigenous* merupakan eksploitasi bahan bakar primer dari cadangan fosil dan sumber daya BBN disamping juga pemanfaatan energi terbarukan dari air, angin, sinar matahari, dll. Produksi *indigenous* oleh Eurostat dikenal dengan istilah “produksi primer”.

Produksi dari sumber-sumber lain jarang ada datanya selama ini. Namun, diadakan untuk nantinya bisa mencakup bermacam bahan bakar yang diperoleh dari bahan bakar yang sudah produksi tetapi belum dihitung atau disimpan. Misalnya, limbah batubara yang suatu saat mungkin dapat digunakan.

Impor dan ekspor telah dibahas di bagian perdagangan luar negeri. Mungkin tidak lazim untuk memasukan ekspor sebagai unsur dalam sumber pasokan dan memang ada beberapa model ekonomi tentang pemakaian energi yang memperlakukan ekspor sebagai bagian dari permintaan. Namun, neraca energi cenderung untuk menunjukkan pasokan bahan bakar yang tersedia di dalam negeri sehingga ekspor harus dikurangi dari total produksi untuk mendapatkan total pasokan domestik. Kesepakatan mengenai tanda aritmatik untuk impor dan ekspor tergantung pada formula yang digunakan untuk menjumlah total pasokan. Sudah umum memberi tanda negatif bagi ekspor karena merupakan pengeluaran dari pasokan dan kuantitasnya kemudian dijumlah dengan unsur lainnya untuk menghasilkan total.

Bunker laut internasional, seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya, juga diperlakukan sebagai pengeluaran dari pasokan dalam neraca energi.

Perubahan stok adalah perbedaan antara tingkat stok pembukaan dengan stok penutupan. Suatu pelepasan stok adalah tambahan pasokan dan karenanya dicantumkan dengan tanda yang positif. Sebaliknya berlaku untuk penyimpanan suatu stok. Dalam kedua kasus, perubahan stok = stok pada pembukaan - stok pada penutupan.

Transfer antar komoditas bukanlah suatu aliran utama dan timbul terutama dari reklasifikasi komoditas. Suatu produk dapat tidak memenuhi lagi spesifikasinya sehingga akan diklasifikasikan kembali sebagai komoditas lain yang lebih rendah kualitasnya. Baris Transfer dalam neraca komoditas dapat juga digunakan sebagai perangkat praktis untuk menggabungkan berbagai komoditas lain ke dalam satu kelompok komoditas. Misalnya, dalam neraca Eurostat, neraca untuk listrik dari hidro (air) terpisah dengan yang dari angin. Produksi listrik dari keduanya kemudian ditransfer ke neraca listrik dimana pemanfaatan dari semua listrik dicatat. Masukan pada baris Transfer dapat memiliki tanda positif atau negatif tergantung apakah komoditas tersebut merupakan penambahan atau pengurangan dari pasokan komoditas.

Pasokan domestik dengan demikian merupakan total keseluruhan pasokan dan transfer antarkomoditas.

Angka-angka yang dicatat sebagai masukan transformasi adalah jumlah bahan bakar yang digunakan untuk produksi bahan bakar sekunder dan jumlah bahan bakar yang dibakar untuk menghasilkan listrik dan panas untuk dijual. Judul yang tercantum dalam neraca ini adalah nama dari berbagai jenis bahan bakar dan industri energi yang terkait dalam produksi bahan bakar dan energi sekunder. Judul-judul tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut untuk menyederhanakan penjelasan dari kegiatan yang dilakukan:

■ *Pembangkitan listrik dan panas*

Di dalamnya diperinci lebih lanjut menurut jenisnya, yaitu pembangkit yang hanya menghasilkan listrik, pembangkit yang menghasilkan panas dan listrik (CHP) yang lebih dikenal dengan *co-generation* (cogen), serta pembangkit yang hanya menghasilkan panas. Pembangkit-pembangkit tersebut dapat dioperasikan oleh

perusahaan-perusahaan yang bisnis utamanya adalah memproduksi listrik dan/atau panas untuk dijual atau oleh perusahaan-perusahaan yang business utamanya bukanlah memproduksi energi, melainkan semata-mata untuk konsumsi sendiri. Perusahaan dari kelompok pertama disebut umum (publik) atau produsen utama listrik (IPPs) sedangkan grup kedua disebut dengan *autogenerator* atau *autoproducer* (produsen untuk kepentingan sendiri).

■ *Bahan Bakar Padat dan Gas Hasil Proses*

Ada tiga jenis industri konversi utama yang termasuk dalam kelompok ini: memproduksi kokas dari batubara yang dipanaskan dalam *coke-oven*; penggunaan kokas dan bahan bakar lainnya dalam *blast furnace*, serta produksi *patent fuel* (bahan bakar paten) dari berbagai jenis batubara. Biasanya proses dengan *coke-oven* dan *blast furnace* terdapat di industri besi dan baja. Kedua jenis proses tersebut memproduksi gas yang digunakan di lokasi (setempat) dan dapat dijual pada pemakai di luar pabrik/instalasinya. Kokas yang kualitasnya lebih rendah dari yang digunakan untuk *blast furnace* diproduksi juga di beberapa negara dalam memproduksi gas kota di kilang-kilang gas (*gas works*). Produksi kokas juga menghasilkan minyak ringan (*light oil*) dan tar.

Blast furnace tidaklah dirancang sebagai suatu proses yang mengonversi bakar, melainkan untuk produksi besi, yang sebagian besar akan diolah menjadi baja. Namun, untuk keperluan statistik energi, proses tersebut dicantumkan dalam sektor transformasi. Jika tidak dicantumkan, maka sulit untuk melacak bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan gas-gas dari *blast furnace* yang kemudian digunakan untuk keperluan energi.

Produksi *patent fuel* biasanya berlokasi dekat dengan sumber batubaranya (batubara tua/*hard coal*, batubara muda/*brown coal* dan lignit) karena proses ini sebenarnya mengagregasikan serpihan batubara yang kecil dan halus menjadi briket-briket batubara. Beberapa produksi *patent fuel* didasarkan pada karbonisasi batubara pada temperatur rendah mirip dengan produksi kokas dalam kilang-kilang gas. Berbagai proses tersebut dijelaskan lebih rinci pada Lampiran 1.

■ *Kilang-kilang minyak*

BBM (bahan bakar minyak) dan non BBM yang diproduksi dari pengilangan minyak mentah dan pengolahan produk minyak semi-jadi dilakukan terutama di kilang-kilang minyak. Kuantitas minyak mentah yang masuk ke kilang untuk proses konversi bahan bakar akan menjadi bahan baku bagi produk-produk kilangnya (termasuk produk non-bahan bakar) dan sebagai bahan bakar yang digunakan dalam kilang.

■ *Proses transformasi lainnya*

Kelompok ini meliputi proses konversi bahan bakar yang jarang digunakan dan yang tidak diidentifikasi secara terpisah.

Pemakaian sendiri sektor energi: bagian dari neraca ini menunjukkan jumlah komoditas energi yang dikonsumsi perusahaan penghasil energi maupun bahan bakar, sehingga komoditas tersebut hilang dari perhitungan karena terpakai, bukan berubah sebagai komoditas energi lain karena direklasifikasi. Komoditas energi ini digunakan untuk mendukung berbagai kegiatan dalam pengadaan bahan bakar, konversi ataupun proses produksi energi tetapi tidak masuk ke dalam proses transformasi.

Konsumsi final dalam sektor industri energi sudah terbiasa dipisahkan dengan kegiatan industri lainnya, walaupun sebenarnya, konsumsi dari industri energi merupakan bagian dari konsumsi final sektor industri. Energi yang dikonsumsi oleh perusahaan tersebut dapat dibeli untuk langsung dipakai atau dapat diambil dari komoditas energi yang diekstraksi ataupun diproduksinya.

Judul-judul yang tertera untuk kegiatan dalam bagian neraca ini sama dengan yang tertera dalam industri transformasi ditambah dengan industri-industri pengadaan dan pemrosesan bahan bakar (pertambangan batubara, penambangan minyak dan gas, pencairan gas alam, pemrosesan bahan bakar nuklir, dll.).

Susut distribusi dan susut lainnya: Masukan untuk bagian neraca ini terpisah dari sektor energi dan merupakan kerugian komoditas energi selama pendistribusian ke lokasi penggunaan. Susut transmisi dan distribusi yang terkait dengan jaringan listrik dan gas merupakan contoh sederhana. Tetapi ada pula kasus-kasus yang berhubungan dengan distribusi produk gas dari *blast furnace* dan *coke-oven* serta produk minyak melalui pipa.

Pemakaian non-energi: Pemakaian non-energi dijelaskan lebih rinci pada Bagian 8 - Pemakaian Bahan Bakar yang Non-Energi. Angka yang tercantum pada neraca tidak membedakan pemakaiannya di berbagai sektor ekonomi, kecuali beberapa di antaranya dan itupun dalam cara yang sangat terbatas. Misalnya yang sering diketahui adalah pemakaian non-energi oleh industri petrokimia. Pada neraca IEA, bahan baku yang digunakan dalam industri petrokimia disertakan sebagai baris terpisah pada bagian konsumsi energi final.

Konsumsi energi final: Dibagi antara tiga kelompok utama: Industri, Transportasi dan sektor-sektor Lainnya.

Gambar 1.5 • Industri

Besi dan baja
 Bahan kimia dan petrokimia
 Logam non-ferrous (besi)
 Mineral non-logam
 Peralatan transportasi
 Mesin
 Pertambangan dan Penggalian
 Makanan, minuman dan tembakau
 Kertas, *pulp* (bubur kertas) dan cetak
 Kayu dan produk kayu
 Tekstil dan kulit
 Konstruksi
 Tidak ditentukan di tempat lain (tidak terspesifikasi)

Industri: Cabang-cabang utama sektor industri yang data konsumsinya diperlukan ditampilkan dalam Gambar 1.5. Definisi dari cabang-cabang tersebut dalam hal kegiatan ekonominya merujuk pada ISIC rev. 3 dan NACE rev. 1, sebagaimana dijelaskan pada bagian konsumsi energi final di atas. Sektor industri termasuk konstruksi tetapi bukan industri energi.

Angka konsumsi bahan bakar sektor industri yang dilaporkan oleh perusahaan seharusnya tidak mencakup kuantitas yang diperlukan untuk membangkitkan listrik maupun kuantitas panas yang dijual. Dimana memungkinkan, angka tersebut juga tidak mencakup bahan bakar yang digunakan untuk mengangkut produk-produknya di jalan umum. Konsumsi untuk pengangkutan tersebut seharusnya dilaporkan dalam sektor Transportasi.

Transportasi: Sedikitnya empat moda transportasi yang umum dikenal: darat/jalan, kereta api, udara dan navigasi nasional (angkutan laut dan sungai). IEA, menambah satu moda lagi dalam neracanya, yaitu transportasi jaringan pipa (transportasi produk melalui pipa); untuk Eurostat, konsumsi tersebut merupakan bagian dari pemakaian sendiri (*own use*) sektor industri energi. Jumlah bahan bakar yang dicatat untuk setiap cara tersebut hanyalah yang dikonsumsi untuk tenaga penggerak/pendorong (*propulsion*). Bahan bakar yang digunakan oleh perusahaan transportasi untuk tujuan lain tidaklah tercakup di sini tetapi di sektor “Komersial dan jasa publik” (lihat keterangan “Sektor-sektor Lain” di bawah ini). Biasanya, kuantitas yang digunakan untuk transportasi mudah diidentifikasi karena bahan bakar yang digunakan untuk mesin kendaraan bermotor dan pesawat terbang beda dengan bahan bakar untuk pemanasan. Namun, bisa terjadi suatu kekeliruan untuk mesin-mesin yang menggunakan solar/diesel, sehingga perusahaan perlu memisahkan antara pemakaian untuk kendaraan dan untuk perusahaan itu sendiri. Energi yang digunakan untuk jaringan pipa biasanya adalah listrik, atau dimana gas diangkut, biasanya sebagian dari gas tersebut digunakan untuk menggerakkan kompresor. Sangatlah penting untuk pemakaian gas tersebut dicatat secara benar dan tidak dimasukkan sebagai susut distribusi.

Gambar 1.6 • Sektor-Sektor Lain

<p>Pertanian Komersial dan jasa publik Rumah Tangga Lain-lain</p>

Sektor-sektor lain: Terdapat perbedaan antara organisasi internasional dengan negara-negara dalam pilihan judul di bawah “Sektor-sektor Lain” walaupun semua kegiatan disertakan di suatu tempat dalam neraca tersebut. Rincian yang paling umum ditampilkan adalah Gambar 1.6.

Judul “Pertanian” mencakup pertanian, kehutanan dan perikanan. Konsumsi minyak untuk menangkap ikan harus meliputi semua jenis kapal nelayan, termasuk yang digunakan dalam penangkapan ikan di laut dalam. Oleh karena itu penting sekali untuk memastikan bahwa minyak yang dikirim ke kapal penangkapan ikan di laut dalam tidak termasuk dalam jumlah yang dilaporkan sebagai “Bunker internasional”.

Ahli statistik nasional harus mengetahui/memahami sebab terjadinya perbedaan statistik yang besar sehingga dapat dipastikan data mana yang salah atau yang tidak lengkap. Namun demikian, data tersebut tidak selalu bisa dikoreksi dan, dalam hal ini, perbedaan statistik jangan dirubah tetapi dibiarkan saja sehingga bisa terlihat besar kecilnya permasalahan yang ada.

Untuk memutuskan apakah perbedaan statistik perlu dipertanyakan kepada perusahaan pelapor, hal tersebut tergantung pada penilaian (*judgement*) ahli statistik. Persentase perbedaan yang dapat diterima tergantung pada besarnya pasokan komoditas. Untuk pasokan utama, seperti gas bumi atau listrik, perlu diupayakan supaya perbedaan statistiknya adalah di bawah 1%. Sebaliknya, untuk komoditas yang tidak penting, seperti ter dan minyak dari coke-oven, kesalahan sekitar 10% masih dapat ditolerir.

Bila neraca komoditas yang disusun dengan menggunakan data yang dilaporkan kepada ahli statistik menunjukkan perbedaan statistik yang ternyata nol, maka neraca tersebut dinamakan neraca “tertutup”. Kondisi yang ideal ini perlu dicurigai

karena, menurut pengalaman, hal tersebut menunjukkan adanya angka pada neraca yang telah diestimasi untuk membuat neracanya seimbang. Ini biasanya terjadi bila data diperoleh dari satu sumber saja (misalnya dari kilang minyak atau pabrik besi dan baja) yang memiliki semua data yang diperlukan untuk membuat suatu neraca sehingga bisa menyesuaikan beberapa angka supaya neracanya menjadi seimbang. Sebagai informasi dan deteksi adanya suatu permasalahan data yang dihadapi oleh perusahaan tersebut, ahli statistik perlu mengetahui angka-angka tersebut, yang sudah dibuat estimasinya supaya neraca seimbang.

Dua Contoh Neraca Komoditas: Eurostat dan IEA

Penjelasan-penjelasan di atas sekarang dapat digambarkan dengan menampilkan format neraca komoditas yang digunakan oleh Eurostat dan IEA dan membandingkannya. Gambar 1.7 dan Gambar 1.8 memberikan contoh format Eurostat dan IEA untuk pasokan gas bumi dan diesel/solar dan penggunaannya di Perancis pada tahun 1999. Hal ini untuk menunjukkan bagaimana setiap organisasi menyajikan bahan bakar primer dan sekunder.

Kedua neraca komoditas ini berbeda dalam struktur khususnya yang mempengaruhi penyajian komoditas energi sekunder. Dalam neraca komoditas Eurostat, sektor transformasi dibagi menjadi *input* dan *output*, sedangkan IEA hanya memiliki bagian *input* saja. *Output* (yaitu produksi) dari komoditas sekunder ditampilkan sebagai "Produksi" dalam format IEA dan "Output Transformasi" oleh Eurostat. Eurostat menyediakan baris Produksi *Indigenous* (lokal) hanya untuk produksi primer (lihat Gambar 1.7). Baris produksi IEA menunjukkan produksi *indigenous* atau produksi sumber lain tergantung pada komoditasnya.

Perbedaan format mempunyai konsekuensi penting untuk beberapa agregat dalam neraca komoditas. Misalnya, angka untuk minyak diesel/solar pada neraca untuk "Konsumsi nasional bruto" dan "Pasokan domestik" tidak sesuai satu sama lain (lihat Gambar 1.8). "Konsumsi nasional bruto" Eurostat, adalah konsumsi bersih pasokan yang disediakan dari luar (eksternal). Dapat menjadi negatif jika angka ekspor cukup besar. Untuk mendapatkan angka "Pasokan dalam negeri" IEA, perlu dengan menambah produksi kilang minyak diesel/solar yang tertera di bagian *output* transformasi dari neracanya.

Penggunaan dua baris terpisah untuk *output* memungkinkan Eurostat untuk membedakan antara produksi dalam negeri dan produksi sekunder. Sebagai akibatnya, perlu dibuat format serupa untuk kedua neraca komoditas dan neraca energi. Hal ini akan lebih dijelaskan ketika membahas neraca energi dalam Bab 7.

Terdapat banyak perbedaan kecil antara kedua format tetapi sebagian besar adalah pilihan nama dan urutan penyajiannya bukan perbedaan yang substantif dalam metodologi/pendekatannya.

Gambar 1.7 • Perbandingan Format Eurostat dan IEA untuk Neraca Gas Bumi

FRANCE 1999		GAS BUMI		Terajoules (GCV)	
Format EUROSTAT		Format IEA			
Produksi Primer	77 670	Produksi	77 670		
Produksi Terambil (<i>recovered</i>)	-	Sumber daya lain	-		
Impor	1 649 710	Impor	1 649 710		
Perubahan stok	-92 853	Ekspor	-30 456		
Ekspor	-30 456	Bunker Laut Internasional	-		
Bunker	-	Perubahan stok	-92 853		
Konsumsi Bruto Dalam Negeri	1 604 071	PASOKAN DOMESTIK	1 604 071		
Input transformasi	49 791	Transfer	-		
Pembangkit Listrik Termal Publik	1 805	Perbedaan statistik	-20 440		
Pembangkit Termal <i>autoproducer</i>	47 986	TRANSFORMASI	49 791		
Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir	-	Pembangkit listrik	49 791		
<i>Patent fuel</i> dan pabrik briket	-	Pembangkit CHP	-		
Instalasi <i>coke-oven</i>	-	Pembangkit panas	-		
Instalasi <i>blast-furnace</i>	-	<i>Blast furnace/gas work</i>	-		
<i>Gas work</i>	-	Pabrik Batubara/ <i>patent fuel</i> /BKB	-		
Kilang minyak	-	Kilang minyak	-		
Pembangkit panas distrik	-	Industri petrokimia	-		
Output Transformasi	-	Pabrik pencairan (<i>liquefaction plant</i>)	-		
Pembangkit Listrik Termal Publik	-	Sektor transformasi lain	-		
Pembangkit Listrik Termal <i>autoproducer</i>	-	SEKTOR ENERGI	17 320		
Stasiun Tenaga Nuklir	-	Tambang batubara	-		
<i>Patent fuel</i> dan pabrik briket	-	Ekstraksi/Eksploitasi minyak dan gas bumi	9 715		
Instalasi <i>coke oven</i>	-	Kilang minyak	-		
Instalasi <i>blast-furnace</i>	-	Pembangkit listrik dan panas	-		
<i>Gas work</i>	-	<i>Pump storage</i>	-		
Kilang minyak	-	Sektor energi lain	7 605		
Pembangkit panas distrik	-	Susut distribusi	2 619		
Pertukaran dan transfer, pengembalian	-	KONSUMSI FINAL	1 513 901		
Transfer interproduk	-	SEKTOR INDUSTRI	661 262		
Produk yang ditransfer	-	Besi dan baja	39 614		
<i>Backflow</i> dari Petrokimia, industri	-	Kimia dan petrokimia	199 241		
Konsumsi cabang energi	17 320	<i>yaitu bahan baku</i>	103 146		
Susut distribusi	2 619	Metal non-ferrous	17 180		
Ketersediaan konsumsi final	1 534 341	Mineral non-logam	78 163		
Konsumsi final bukan energi	103 146	Peralatan transportasi	-		
Industri kimia	103 146	Mesin	74 125		
Sektor lain	-	Pertambangan dan penyimpanan	6 449		
Konsumsi energi final	1 410 755	Makanan dan tembakau	106 468		
Industri	558 116	Kertas, pulp dan percetakan	66 401		
<i>Industri besi & baja</i>	39 614	Kayu dan produknya	-		
<i>Industri logam non-ferrous</i>	17 180	Pembangunan/konstruksi	2 371		
<i>Industri kimia</i>	96 095	Tekstil dan kulit	19 183		
<i>Industri kaca & bahan bangunan</i>	78 163	Tidak Terspesifikasi	52 067		
<i>Industri pecah-belah</i>	6 449	TRANSPORTASI	28		
<i>Industri makanan, minuman & tembakau</i>	106 468	Penerbangan Sipil Internasional	-		
<i>Industri tekstil, kulit & pakaian</i>	19 183	Penerbangan Domestik	-		
<i>Industri kertas dan percetakan</i>	66 401	Transportasi darat/jalan	14		
<i>Mesin dan Industri logam lain</i>	74 125	Kereta api	-		
<i>Industri lainnya</i>	54 438	Transportasi pipa	-		
Transportasi	28	Navigasi internasional	-		
Kereta api	-	Non-spesifikasi	14		
<i>Transportasi darat/jalan</i>	14	SEKTOR-SEKTOR LAIN	852 611		
<i>Transportasi udara</i>	-	Pertanian	11 729		
<i>Navigasi darat</i>	-	Komersial, jasa publik	399 324		
Rumah tangga, komersial, jasa publik, dll	852 611	Rumah tangga	441 558		
Rumah tangga	441 558	Tidak Terspesifikasi	-		
Pertanian	11 729	PEMAKAIAN NON-ENERGI	-		
Perbedaan Statistik	20 440	Industri/Transformasi/Energi	-		
		Transportasi	-		
		Sektor-Sektor Lain	-		

Gambar 1.8 • Perbandingan Format Eurostat dan IEA untuk Neraca Diesel/Solar

FRANCE 1999		DIESEL/SOLAR		kilo ton	
Format EUROSTAT		Format IEA			
Produksi Primer	-	Produksi	-	32 621	
Produksi Terambil (<i>recovered</i>)	-	Sumber daya lain	-	-	
Impor	11 668	Impor	-	11 668	
Perubahan stok	1 213	Ekspor	-	-2 30	
Ekspor	-2 230	Bunker Laut Internasional	-	-419	
Bunker	-419	Perubahan stok	-	1 213	
Konsumsi Bruto Dalam Negeri	10 232	PASOKAN DOMESTIK	42 853		
Input transformasi	48	Transfer	-	-529	
Pembangkit Listrik Termal Publik	18	Perbedaan statistik	-	2 265	
Pembangkit Listrik Termal <i>autoproducer</i>	23	TRANSFORMASI	384		
Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir	-	Pembangkit listrik	-	41	
<i>Patent fuel</i> dan pabrik briket	-	Pembangkit CHP	-	-	
Instalasi <i>coke-oven</i>	-	Pembangkit panas	-	-	
Instalasi <i>blast-furnace</i>	-	<i>Blast furnace/gas work</i>	-	-	
<i>Gas work</i>	-	Pabrik Batubara/ <i>patent fuel</i> /BKB	-	-	
Kilang minyak	-	Kilang minyak	-	-	
Pembangkit panas distrik	-	Industri petrokimia	-	336	
Output Transformasi	32 621	Pabrik pencairan (<i>liquefaction plant</i>)	-	-	
Pembangkit Listrik Termal Publik	-	Sektor transformasi lain	-	7	
Pembangkit Listrik Termal <i>autoproducer</i>	-	SEKTOR ENERGI	4		
Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir	-	Tambang batubara	-	-	
<i>Patent fuel</i> dan pabrik briket	-	Ekstraksi/Eksploitasi minyak dan gas bumi	-	-	
Instalasi <i>coke oven</i>	-	Kilang minyak	-	-	
Instalasi <i>blast-furnace</i>	-	Pembangkit listrik dan panas	-	-	
<i>Gas work</i>	-	<i>Pump storage</i>	-	-	
Kilang minyak	32 621	Sektor energi lain	-	-	
Pembangkit panas distrik	-	Susut distribusi	-	-	
Pertukaran dan transfer, pengembalian	-865	KONSUMSI FINAL	44 201		
Transfer interprodukt	0	SEKTOR INDUSTRI	2 475		
Produk yang ditransfer	-529	Besi dan baja	-	35	
<i>Backflow</i> dari Petrokimia, industri	-336	Kimia dan petrokimia	-	1 383	
Konsumsi cabang energi	4	<i>yaitu bahan baku</i>	-	1 383	
Susut distribusi	-	Metal non-ferrous	-	15	
Ketersediaan konsumsi final	41 936	Mineral non-logam	-	122	
Konsumsi final non-energi	1 383	Peralatan transportasi	-	48	
Industri kimia	1 383	Mesin	-	152	
Sektor lain	-	Pertambangan dan penyimpanan	-	6 449	
Konsumsi energi final	42 818	Makanan dan tembakau	-	1	
Industri	1 092	Kertas, pulp dan percetakan	-	14	
<i>Industri besi & baja</i>	35	Kayu dan produknya	-	-	
<i>Industri logam non-ferrous</i>	15	Pembangunan/konstruksi	-	409	
<i>Industri kimia</i>	0	Tekstil dan kulit	-	38	
<i>Industri kaca & bahan bangunan</i>	122	Non-spesifikasi	-	148	
<i>Industri pecah-belah</i>	7	TRANSPORTASI	26 801		
<i>Industri makanan, minuman & tembakau</i>	110	Penerbangan Sipil Internasional	-	-	
<i>Industri tekstil, kulit & pakaian</i>	38	Penerbangan Domestik	-	-	
<i>Industri kertas dan percetakan</i>	14	Transportasi darat/jalan	-	25 948	
<i>Mesin dan Industri logam lain</i>	200	Kereta api	-	368	
<i>Industri lainnya</i>	557	Transportasi pipa	-	-	
Transportasi	26 801	Navigasi internasional	-	485	
Kereta api	368	Tidak Terspesifikasi	-	-	
<i>Transportasi darat/jalan</i>	25 948	SEKTOR-SEKTOR LAIN	14 925		
<i>Transportasi udara</i>	-	Pertanian	-	2 026	
<i>Navigasi darat</i>	485	Komersial, jasa publik	-	4 450	
Rumah tangga, komersial, jasa publik, dll.	14 925	Rumah tangga	-	8 442	
Rumah tangga	8 442	Non-spesifikasi	-	7	
Pertanian	2 026	PEMAKAIAN NON-ENERGI	-		
Perbedaan Statistik	-2 265	Industri/Transformasi/Energi	-	-	
		Transportasi	-	-	
		Sektor-Sektor Lain	-	-	

Lístrík & Panas



1 Apa Itu Lístrík dan Panas?

Informasi umum

Listrik adalah salah satu bentuk *energy carrier* (pembawa energi) yang energi sangat luas penggunaannya. Bentuk energi ini digunakan di hampir semua kegiatan manusia, mulai dari pemakaian di industri, rumah tangga, pertanian, dan komersial, untuk menggerakkan peralatan mesin, penerangan, dan pemanasan.

Studi dan penelitian tentang fenomena kelistrikan dimulai semenjak awal abad ke-17 dan masih berlanjut sampai sekarang. Awal dimanfaatkannya listrik untuk industri dapat ditelusuri sejak tahun 1879, yaitu pada saat Thomas Alva Edison menemukan dan menyebarkan lampu pijar. Semenjak saat itulah pemanfaatan listrik berkembang dengan cepat dan menjadi bagian penting bagi kehidupan sehari-hari.

Listrik dihasilkan baik sebagai energi primer maupun energi sekunder. **Listrik primer** diperoleh dari sumber daya alam, seperti tenaga air (hidro), angin, surya, pasang-surut (pasut), dan ombak. **Listrik sekunder** dihasilkan dari panas yang berasal dari proses fusi bahan bakar nuklir, dari panas bumi, panas matahari, dan panas yang timbul dari pembakaran bahan bakar primer, seperti batubara, gas alam, minyak, dan sumber energi terbarukan serta limbah. Setelah listrik diproduksi, listrik kemudian didistribusikan sampai ke konsumen akhir melalui jaringan transmisi dan distribusi nasional atau internasional.

Panas, sebagaimana listrik, merupakan *energy carrier* yang dipergunakan terutama untuk menghangatkan ruangan dan pemanasan pada proses industri. Sejarah energi panas hampir sama dengan sejarah umat manusia dan dimulai pada saat ditemukannya api.

Panas juga dihasilkan sebagai energi primer maupun energi sekunder. Sebagai energi primer, panas dihasilkan dari sumber daya alam, seperti panas bumi dan panas matahari. Panas sekunder diperoleh dari proses fusi bahan bakar nuklir dan pembakaran bahan bakar, seperti batubara, gas bumi, minyak, serta sumber energi terbarukan dan limbah. Panas dapat juga diproduksi dari transformasi listrik menjadi panas pada *boiler* (ketel) listrik atau pompa panas (*heat pumps*). Panas dapat diproduksi dan digunakan di tempat atau didistribusikan melalui sistem pipa ke lokasi yang jauh dari tempat produksinya.

Seperti telah disebutkan di atas, listrik digunakan di hampir semua kegiatan manusia. Listrik digunakan di rumah untuk pemanasan, penerangan, dan pengoperasian peralatan rumah tangga. Listrik juga digunakan di tempat kerja sebagai sumber tenaga mesin-mesin di pabrik, komputer di perkantoran, dan peralatan di rumah sakit. Selain itu, juga sebagai sumber tenaga untuk transportasi, pertanian, dan sektor ekonomi lainnya.

Luasnya penggunaan listrik ini ditunjukkan melalui angka statistik. Pangsa listrik dalam total konsumsi final dunia meningkat dari 9,6% pada tahun 1973 menjadi 15,6% pada tahun 2001, yang merupakan peningkatan tertinggi dari semua jenis bahan bakar.

Pada tahun-tahun terakhir ini, sektor kelistrikan menunjukkan perubahan yang sangat besar. Pasar listrik mengalami proses liberalisasi dan gas rumah kaca perlu dikurangi. Oleh karena itu, tersedianya data produksi listrik, kapasitas pembangkit, dan konsumsi listrik yang tepat dan andal semakin diperlukan agar pengembangan sektor kelistrikan di masa mendatang dan kepastian keamanan pasokannya dapat dilakukan melalui cara-cara yang seefisien mungkin.

Pemadaman listrik yang terjadi akhir-akhir ini di berbagai belahan dunia (Amerika Latin dan Amerika Utara, Eropa dan lain-lain) menunjukkan pentingnya ketersediaan data kelistrikan yang dapat diandalkan, terperinci, dan tepat waktu.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Listrik dan Panas IEA dirancang untuk mengumpulkan data mengenai semua sumber pembangkitan listrik, penjualan panas yang diproduksi untuk umum dan dipakai sendiri, serta konsumsi dan jumlah bahan bakar yang digunakan dalam proses produksi listrik dan panas tersebut. Kuesioner ini juga disiapkan untuk pelaporan kapasitas pembangkitan listrik dan beban puncak listrik tahunan.

Agar tabel dalam kuesioner dapat diisi dengan lengkap, perlu dimengerti terlebih dahulu bahwa kuesioner ini memungkinkan pelaporan produksi listrik dan panas dalam beberapa tingkat. Tingkatan ini merefleksikan **sumber energi**, fungsi **produsen** dan **jenis pembangkit**.

Sumber energi mengacu pada tenaga kinetik (seperti tenaga air, angin), panas/termal (seperti nuklir, panas bumi) atau bahan bakar yang digunakan sebagai *input* untuk membangkitkan listrik atau panas.

Terdapat dua **fungsi** dari produsen: i) Produsen listrik atau panas untuk kepentingan "umum" (publik), yaitu perusahaan yang menyediakan listrik atau panas sebagai bisnis utamanya. Produsen ini dapat berbentuk perusahaan milik negara atau swasta; dan ii) Produsen listrik atau panas untuk kepentingan "sendiri" (*autoproducer*), yaitu perusahaan yang menghasilkan listrik atau panas untuk dipakai sendiri sebagai penunjang kegiatan utama bisnisnya, akan tetapi ini bukan merupakan bisnis utamanya. *Autoproducer* ini dapat menjual sebagian dari listrik atau panas yang dihasilkan kepada pasokan publik.

Perlu diperhatikan bahwa seringkali terjadi kerancuan arti "produsen untuk kepentingan umum (publik)". Produsen untuk kepentingan umum dapat saja dimiliki oleh perusahaan swasta dan sebaliknya, perusahaan milik umum dapat memiliki pembangkit listrik untuk kepentingan sendiri. Dengan kata lain, pengertian umum di sini bukan mengarah kepada status kepemilikannya, melainkan kepada fungsi pasokannya.

Berkaitan dengan **jenis pembangkit**, kuesioner ini mengklasifikasikan pembangkit listrik dan pembangkit panas menjadi tiga jenis:

- Pembangkit listrik yang hanya menghasilkan listrik saja.
- Pembangkit kombinasi listrik dan panas (*Combined Heat and Power/CHP*) yang menghasilkan listrik dan panas secara simultan.
- Pembangkit panas yang hanya menghasilkan panas saja.

Pembangkit CHP adalah pembangkit yang memiliki satu unit pembangkitan CHP. Jika pusat pembangkit tersebut memiliki tambahan unit pembangkit listrik saja atau panas saja, maka pembangkit tersebut tetap dianggap sebagai CHP, kecuali bila tersedia statistik pemakaian bahan bakar dan *output* yang terpisah

untuk masing-masing unit pembangkitan tersebut. Pada kasus ini, pelaporan statistiknya berdasarkan pada masing-masing unit pembangkitan, bukan sebagai pembangkitan CHP secara keseluruhan.

Informasi tentang kapasitas pembangkitan listrik dan beban puncak listrik tahunan juga dibutuhkan.

Penting

Pelaporan statistik listrik dan panas dilakukan pada beberapa tingkatan yang merefleksikan sumber energi, fungsi produsen, dan jenis pembangkit.

2 Satuan Apa yang Dígunakan untuk Lístrík dan Panas?

Informasi umum

Produksi, konsumsi, dan perdagangan listrik diukur dan dinyatakan dalam kelipatan watt-jam (*watt-hours*). Pilihan kelipatan (mega, giga, tera, dan lainnya) tergantung dari besarnya listrik yang dihasilkan atau dikonsumsi.

Panas dinyatakan dalam satuan energi, biasanya kelipatan dari joule, kalori, atau *British thermal units* (Btu).

Bahan bakar yang dikonsumsi untuk pembangkit listrik dan panas dinyatakan dalam satuan fisik, seperti metrik ton, meter kubik, liter dan lain-lain, sesuai dengan jenis bahan bakarnya. Satuan ini juga perlu dinyatakan dalam satuan energi agar dapat dihitung efisiensinya.

Kapasitas pembangkit listrik untuk berbagai kelas atau jenis pembangkit diukur dan dinyatakan dalam kelipatan kilowatt. Beban puncak tahunan dan kapasitas yang tersedia pada waktu beban puncak juga diukur dan dinyatakan dalam kelipatan kilowatt.

Informasi spesifik terkait dengan kuesíoner bersama

Dalam kasus-kasus tertentu, bahan bakar yang dikonsumsi untuk produksi listrik dan panas dinyatakan dalam satuan fisik sesuai dengan jenis bahan bakarnya. Namun, secara umum kuantitas tersebut dinyatakan dalam satuan energi.

- Bahan bakar fosil padat (batubara, gambut, dll.) dinyatakan dalam ribu ton.
- Gas hasil proses/gas olahan dinyatakan dalam terajoule (TJ).
- Bahan bakar fosil cair (minyak, gas kilang) dinyatakan dalam ribu ton.
- Gas bumi dan gas dari kilang gas (*gas-works gas*) dinyatakan dalam terajoule (TJ).
- Energi terbarukan dan limbah dinyatakan dalam terajoule (TJ).

Data kapasitas pembangkit harus merupakan angka neto. Kapasitas pembangkit neto adalah total kapasitas bruto (seperti yang tercantum pada *nameplate*) dikurangi kapasitas yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan penunjang (*auxiliary*) dan transformator yang ada di pembangkit tersebut.

Penting

Listrik dilaporkan dalam gigawatt-jam (gigawatt-hours, GWh).

Panas dilaporkan dalam terajoule (TJ).

Kapasitas pembangkitan listrik dilaporkan dalam megawatt (MW).

3 Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume dan Massa ke Satuan Energi?

Informasi umum

Pada umumnya, *output* dari pembangkit listrik dinyatakan dalam satuan energi, biasanya sebagai kelipatan dari kilowatt-jam (kilowatt-hours, kWh). Sedangkan *input* ke pembangkit tersebut (batubara, minyak, dll.), pada umumnya dilaporkan dalam satuan fisik, ton untuk batubara dan ton atau liter untuk produk kilang.

Perlu diperhatikan bahwa data *input* bahan bakar juga dilaporkan dalam satuan energi, karena akan digunakan untuk penghitungan efisiensi dalam proses pengecekan data.

Konversi spesifik dari satuan volume atau massa ke satuan energi dijelaskan pada bab yang terkait dengan minyak, gas bumi, bahan bakar fosil padat, serta energi terbarukan dan limbah pada Lampiran 3.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Pada Tabel 6, semua bahan bakar dinyatakan dalam terajoule (TJ).

Untuk membuat konversi dari satuan fisik menjadi terajoule (TJ), nilai kalor per unitnya dikalikan dengan satuan fisik, kemudian dikonversi menjadi terajoule. Keterangan lebih lanjut mengenai konversi dapat dilihat pada Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 5 - Bagaimana Mengukur Kuantitas dan Nilai Panas, dan Lampiran 3 – Satuan dan Kesetaraan Konversi.

Kandungan energi bahan bakar fosil padat maupun cair serta energi terbarukan dan limbah dinyatakan dalam nilai kalor neto (*net calorific value/NCV*). Sedangkan kandungan energi gas bumi dan gas hasil proses dinyatakan dalam nilai kalor bruto (*gross calorific value/GCV*). Perlu diperhatikan pemilihan faktor konversi yang tepat bagi masing-masing *input* bahan bakar pada saat melakukan proses konversi dari satuan fisik ke satuan energi.

Penting

Bahan bakar padat, energi terbarukan, dan limbah harus dilaporkan berdasarkan nilai kalor neto.

Bahan bakar gas, kecuali biogas, harus dilaporkan berdasarkan nilai kalor bruto.

4 Alíran Lístrík dan Panas

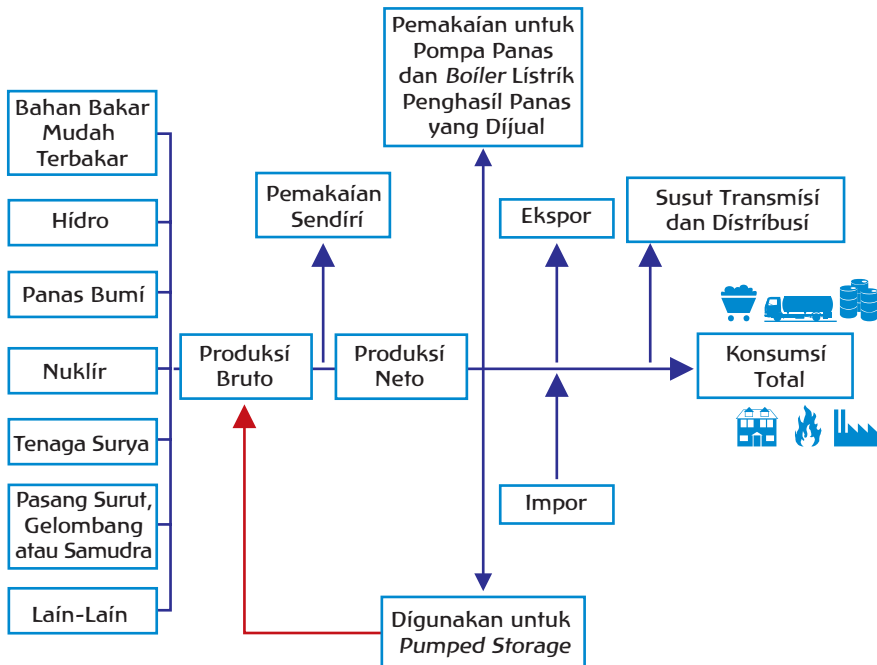
Informasi umum

Diagram alir listrik mulai dari produksi sampai ke konsumen digambarkan pada Gambar 2.1. Diagram alir ini sengaja disederhanakan untuk memperlihatkan gambaran menyeluruh tentang rantai pasokan.

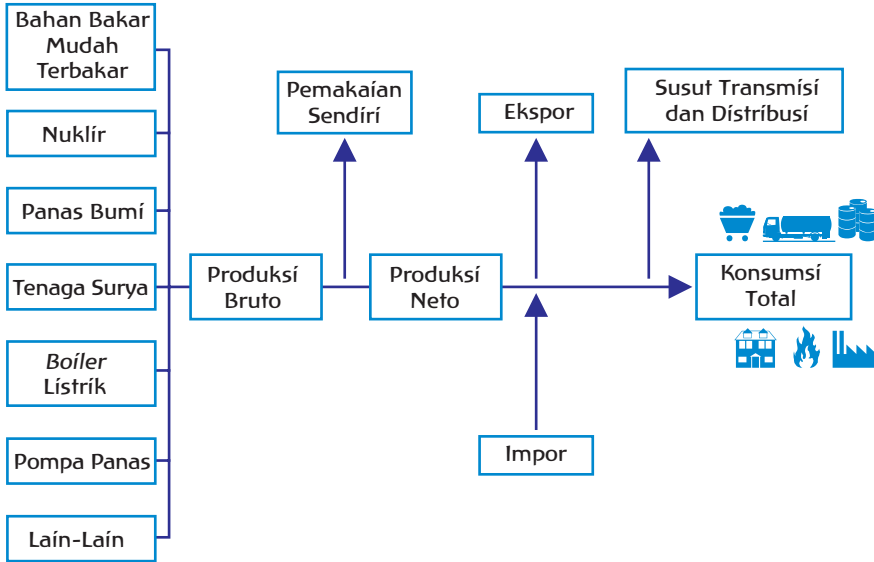
Produksi, perdagangan dan konsumsi merupakan komponen utama yang diperlukan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai aliran listrik di suatu wilayah negara. Seberapa rinci pelaporannya bergantung pada kegunaan dari informasi tersebut.

Listrik diproduksi sebagai produk primer atau sekunder di pembangkit listrik. Jumlah total listrik yang diproduksi disebut produksi listrik bruto. Pembangkit listrik mengonsumsi sebagian dari listrik yang dihasilkannya untuk pemakaian sendiri. Produksi listrik neto diperoleh dari selisih antara produksi bruto dikurangi dengan jumlah untuk pemakaian sendiri. Produksi neto ini didistribusikan melalui jaringan transmisi dan distribusi nasional ke konsumen akhir, atau diubah menjadi panas pada *boiler* listrik atau pompa panas, atau disimpan di waduk dengan sistem pompa (*pumped storage*). Listrik ini juga dapat diekspor melalui jaringan interkoneksi transmisi internasional ke negara lain jika terdapat kelebihan produksi; atau diimpor bila terjadi kekurangan listrik. Selama transmisi dan distribusi terjadi susut (*losses*) yang disebabkan oleh sifat fisik dari jaringan dan sistem pembangkit yang ada.

Gambar 2.1 • Diagram Alir Sederhana untuk Listrik



Gambar 2.2 • Diagram Alir Sederhana untuk Panas



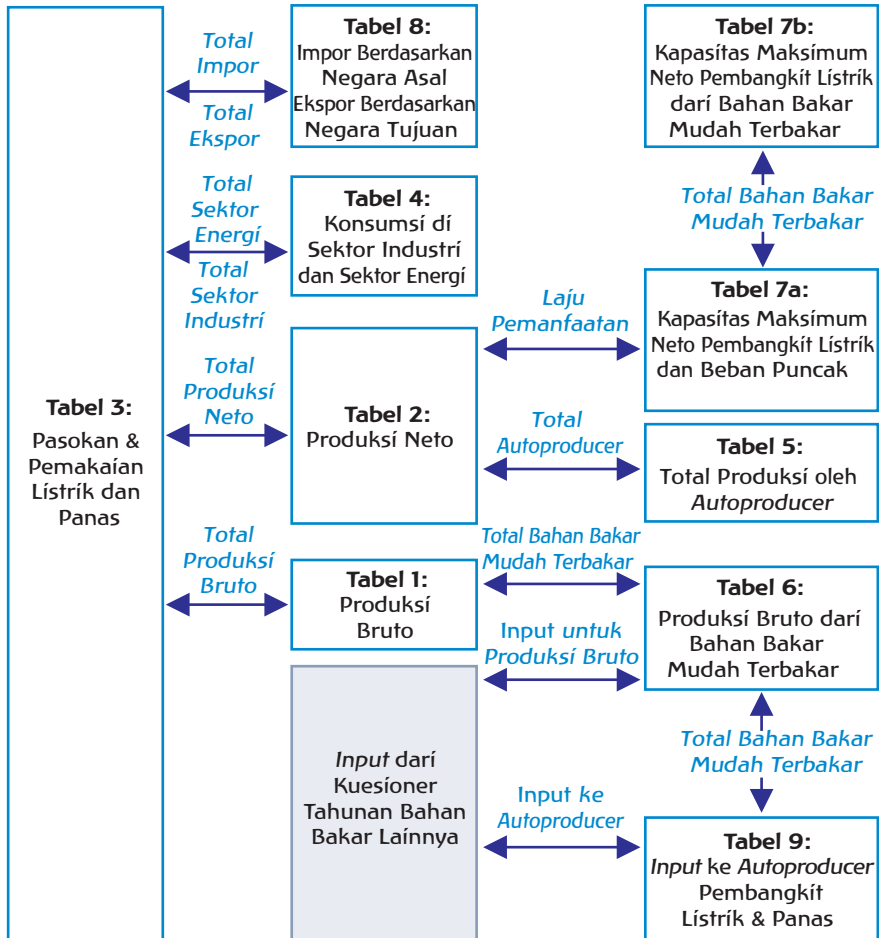
Aliran panas sangat mirip dengan listrik kecuali pada panas ada dua hal yang berbeda: panas hampir tidak mungkin untuk disimpan, dan panas ditransformasikan menjadi listrik (lihat Gambar 2.2).

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Listrik dan Panas IEA terdiri dari sembilan tabel, empat tabel yang pertama mengacu pada format neraca konvensional. Masing-masing tabel adalah sebagai berikut:

- Tabel 1: Produksi Listrik dan Panas Bruto.
- Tabel 2: Produksi Listrik dan Panas Neto.
- Tabel 3: Pasokan dan Konsumsi Listrik dan Panas.
- Tabel 4: Konsumsi Listrik dan Panas di Sektor Industri dan Sektor Energi.
- Tabel 5: Produksi Listrik dan Panas Neto dari *Autoproducer* (Produsen untuk Kepentingan Sendiri).
- Tabel 6: Produksi Listrik dan Panas Bruto Berbahan Bakar Mudah Terbakar (*combustible fuels*).
- Tabel 7a: Kapasitas Maksimum Neto Pembangkit Listrik dan Beban Puncak.
- Tabel 7b: Kapasitas Maksimum Neto Pembangkit Listrik Berbahan Bakar Mudah Terbakar.
- Tabel 8: Impor Listrik dan Panas berdasarkan Negara Asal dan Ekspor berdasarkan Negara Tujuan.
- Tabel 9: Konsumsi Bahan Bakar untuk Produksi Listrik dan Panas oleh *Autoproducer*.

Gambar 2.3 • Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Listrik dan Panas



Tabel-tabel tersebut diuraikan pada paragraf berikut. Ada beberapa angka total yang penting dan harus diperhatikan kesesuaiannya pada masing-masing tabel terkait. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3 di atas.

Angka total berikut ini harus konsisten antar tabel terkait:

- Produksi Listrik dari Bahan Bakar Mudah Terbakar pada Tabel 1 harus sama dengan jumlah Listrik yang dihasilkan dari Bahan Bakar Mudah Terbakar pada Tabel 6.
- Produksi Listrik dan Panas Neto dari pembangkit *Autoproducer* pada Tabel 2 harus sama dengan angka total terkait pada kedua bagian Tabel 5 Produksi Listrik dan Panas Neto.
- Angka Impor dan Ekspor pada Tabel 3 harus identik dengan Total Impor dan Ekspor yang tercatat pada Tabel 8.

- Jumlah Produksi Neto pada Tabel 5 harus identik dengan total yang tercantum pada Tabel 2.

Penting

Harap diingat saling keterkaitan antar tabel pada kuesioner. Berbagai angka total utama harus selalu konsisten.

5 Pasokan Listrik dan Panas

Oleh karena tidak adanya stok listrik dan panas, maka pasokan listrik dan panas hanya mencakup komponen produksi dan perdagangan. Masing-masing komponen ini dijelaskan secara rinci pada paragraf berikut ini.

Produksi

Informasi umum

Listrik dan panas diproduksi dari berbagai sumber melalui dua tipe pembangkit dasar, oleh dua tipe produsen.

Untuk mencakup seluruh informasi yang diperlukan tentang produksi listrik dan panas, produksi harus dilihat dari perspektif yang menjawab pertanyaan tentang : "Bagaimana, Dimana dan Siapa?".

Perspektif pertama adalah dari mana sumber bahan bakar listrik dan panas diproduksi; sumber-sumber ini mencakup batubara, produk kilang, gas bumi, energi terbarukan dan lain-lain. Perspektif kedua adalah tipe pembangkit; ada dua tipe yang perlu dipertimbangkan: 1) pembangkit yang hanya menghasilkan listrik saja dan pembangkit penghasil listrik dan panas (CHP) untuk memproduksi listrik, serta 2) pembangkit yang hanya menghasilkan panas saja dan pembangkit panas CHP untuk memproduksi panas. Perspektif terakhir terkait dengan tipe produsennya yaitu: produsen publik (untuk kepentingan umum) dan *autoproducer* (untuk kepentingan sendiri).

Data digunakan untuk berbagai tujuan: pengkajian keamanan pasokan, analisis perubahan bahan bakar pembangkit listrik dari waktu ke waktu, perubahan efisiensi untuk setiap bahan bakar, dampak lingkungan dari produksi listrik dan lain-lain.

Sumber utama untuk produksi listrik dan panas adalah batubara (39% dari total produksi global), diikuti oleh gas bumi, nuklir, hidro (masing-masing menyumbang sekitar 17%) dan minyak (hanya 8%). Selama kurun waktu 30 tahun telah terjadi perubahan besar dalam penggunaan bahan bakar untuk pembangkitan listrik. Sebagai contoh, kontribusi minyak menurun dari 25% menjadi 8%, sedangkan kontribusi nuklir meningkat dari 3% menjadi 17%.

Sepanjang kurun waktu 30 tahun tersebut juga, produksi listrik mengalami pertumbuhan yang pesat dibandingkan dengan minyak, batubara dan gas bumi.

Peningkatan yang besar ini (250%) telah diikuti dengan investasi yang sangat besar juga untuk membiayai pengadaan kapasitas pembangkit yang baru, khususnya bagi pembangkit berbahan bakar nuklir yang terjadi antara dekade 1970-an dan 1980-an.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Produksi listrik digambarkan pada lima tabel dalam kuesioner:

Tabel 1 menyediakan pelaporan produksi listrik dan panas bruto yang diuraikan dalam tiga-tingkat (bahan bakar, fungsi produsen, dan tipe pembangkit).

Untuk melengkapi tabel tersebut, diperlukan statistik produksi listrik bruto yang terpisah untuk masing-masing produsen; yaitu publik (untuk kepentingan umum) dan autoproducer (untuk kepentingan sendiri). Selanjutnya, produksi tersebut juga harus terbagi menurut jenis pembangkit. Produksi listrik bruto adalah produksi total yang diukur pada titik peralatan dibangkitkannya listrik (*alternator*) tanpa pengurangan listrik yang digunakan sendiri maupun susut listrik yang terjadi pada peralatan lainnya.

Produksi listrik dari pembangkit tenaga air harus mencakup semua listrik yang diproduksi dari stasiun *pumped storage* (penyimpanan melalui pemompaan). Jumlah produksi listrik yang berasal dari sistem *pumped storage* harus selalu lebih kecil dari jumlah produksi total yang dihasilkan pembangkit tenaga air, karena listrik yang dihasilkan dari sistem *pumped storage* hanyalah bagian kecil dari total tersebut.

Produksi panas bruto adalah jumlah panas yang diproduksi dan dijual. Jumlah tersebut merupakan panas yang digunakan oleh pihak lain yang tidak terkait dengan produsen. Rincian yang serupa dengan listrik diperlukan untuk uraian produksi panas bruto. Namun, daftar sumber energinya sedikit agak berbeda, yang merefleksikan bahwa panas tidak diproduksi dari fasilitas-fasilitas hidro, pasang-surut, ombak, maupun samudra, tetapi berasal dari (*heat pumps*) dan *boiler* listrik.

Produksi panas bruto dari sumber daya panas bumi adalah jumlah yang diambil dari reservoir panas atau uap yang berada dalam kerak bumi. Jika angka panas tersebut tidak tersedia, maka dapat diestimasi dari produksi listrik pembangkit panas bumi jika panasnya hanya dimanfaatkan untuk memproduksi listrik. Apabila uap dari panas bumi dipakai untuk pembangkitan listrik, maka suhu dan tekanannya dapat ditingkatkan dengan pemanasan uap yang memakai bahan bakar. Perlu diingat bahwa panas yang ditambahkan tersebut tidak boleh dimasukkan kedalam produksi panas dari panas bumi, ataupun kedalam *input* panas dari panas bumi untuk pembangkitan listrik. Jumlah pemakaian bahan bakar tersebut harus dilaporkan pada neraca masing-masing komoditas sebagai konsumsi untuk pembangkitan listrik.

Pompa panas merupakan peralatan untuk mentransfer panas dari area bersuhu lingkungan lebih rendah ke area yang berbersuhu lingkungan lebih tinggi dan digunakan, antara lain, untuk mengekstraksi panas dari suatu media di luar bangunan agar dapat menghangatkan ruangan di dalam bangunan. Peralatan tersebut biasanya menggunakan motor listrik untuk menjalankan fungsinya dan memberikan cara pemanasan yang efisien pada suatu wilayah tertentu. Walaupun demikian cara ini tidak tersebar luas dan hanya memberikan sedikit kontribusi pada pasokan energi nasional.

Metodologi untuk Alokasi Pemakaian Bahan Bakar pada pembangkit CHP untuk Produksi Listrik dan Panas

Efisiensi keseluruhan dari proses CHP (e) dinyatakan sebagai :

$$e = (H + E) / F$$

dimana : E : jumlah listrik yang diproduksi

H : jumlah panas yang diproduksi, dan

F : jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dalam proses transformasinya (pembangkit)

Definisi UNIPEDA menyatakan bahwa "total konsumsi panas untuk memproduksi listrik dalam pembangkit listrik dan panas (CHP) adalah panas yang setara dengan bahan bakar yang dikonsumsi pembangkit CHP dikurangi dengan panas yang di pasok untuk keperluan eksternal yang terkait dengan *input* bahan bakarnya.

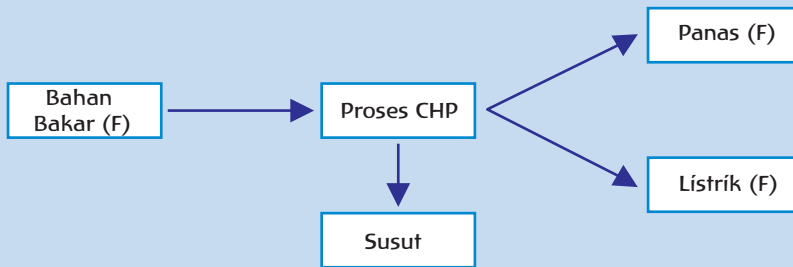
Definisi ini menyatakan bahwa bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan listrik dan panas adalah :

$$F_h = H / e = F [H / (E + H)] \quad F_e = F - H / e = F [E / (E + H)]$$

Dengan kata lain, *input* bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan masing-masing listrik dan panas, nilainya sesuai dengan porsi *output*-nya.

Catatan : Metodologi ini didasarkan pada definisi UNIPEDA dan sebaiknya hanya digunakan apabila tidak tersedia metode nasional yang dapat digunakan untuk menghitung alokasi ini.

Gambar 2.4 • Diagram Sederhana Penggambaran Hubungan Antara Input Bahan Bakar dengan Listrik dan Panas yang Diproduksi dalam Unit CHP



Boiler listrik digunakan untuk menghasilkan air panas dan uap yang dimanfaatkan sebagai pemanas ruang atau penggunaan lain, di negara di mana tersedia listrik dengan harga murah (biasanya berasal dari pembangkit listrik bertenaga air).

Tabel 2 mempunyai format yang identik dengan Tabel 1. Produksi listrik dan panas neto adalah jumlah energi yang dihasilkan dari pembangkit setelah memperhitungkan energi yang digunakan untuk pembangkit itu sendiri dan susut energi.

Untuk panas sekunder (dihasilkan dari pembakaran bahan bakar), produksi neto adalah jumlah energi yang dijual dari pembangkit dan nilainya identik dengan jumlah panas yang tertera pada Tabel 1. Dengan kata lain, untuk panas sekunder angka produksi panas neto dan identik dengan nilai brutonya.

Untuk panas yang berasal dari panas bumi, produksi neto akan berbeda dengan produksi bruto, apabila terdapat panas yang digunakan untuk memproduksi maupun mendistribusikan panas tersebut.

Tabel 3 adalah ringkasan neraca listrik dan panas, dengan komponen utamanya pasokan dan konsumsi. Data yang dilaporkan harus konsisten dengan tabel lainnya, apabila terdapat keterkaitan yang logis diantaranya (lihat Bagian 4 di atas).

Tabel 5 menyediakan informasi mengenai produksi neto listrik dan panas *autoproducer* di sektor energi, industri dan sektor-sektor lain.

Statistik listrik dinyatakan dalam gigawatt-hours (GWh) dan statistik panas dinyatakan dalam terajoules (TJ). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Tabel 6 a s/d c menyediakan informasi mengenai konsumsi bahan bakar untuk produksi listrik bruto dan produksi panas yang dijual menurut kategori bahan bakar utama dalam format yang serupa dengan yang dipakai di Tabel 1 dan 2. Jumlah terkait dari listrik yang dihasilkan dan panas yang dijual juga dilaporkan dalam tabel ini.

Apabila suatu pembangkit CHP digunakan, pelaporan jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan listrik haruslah dipisahkan dengan panas yang terjual. Hal tersebut akan memerlukan suatu metode yang membagi total pemakaian bahan bakar diantara kedua *output* energinya. Pembagian tersebut tetap dibutuhkan meskipun tidak ada panas yang dijual, karena pemakaian bahan bakar untuk memproduksi listrik harus dilaporkan pada sektor transformasi.

Pada pembangkit CHP, bahan bakar yang digunakan pertama-tama harus dibagi untuk keperluan memproduksi listrik dan keperluan memproduksi panas. Selanjutnya jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan panas dibagi dalam proporsi jumlah panas yang dijual terhadap total panas yang dihasilkan. Instruksi pengisian kuesioner menyediakan suatu metode (sebagaimana terlihat dalam kotak di di atas) pengalokasian bahan bakar yang digunakan dalam pembangkit CHP untuk menghasilkan listrik dan yang untuk panas. Metoda ini didasarkan pada definisi UNIPEDA dan sebaiknya hanya digunakan apabila tidak tersedia metode nasional yang dapat digunakan untuk menghitung alokasi tersebut.

Statistik listrik dinyatakan dalam gigawatt-jam (GWh) dan statistik panas dinyatakan dalam terajoule (TJ). Namun demikian, dalam Tabel 6, bahan bakar yang dikonsumsi sebaiknya dinyatakan dalam ribuan ton dan terajoules untuk bahan bakar padat dan cair, dan gas.

Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Seluruh data produksi dinyatakan dalam perspektif bahan bakar, fungsi dari produsen serta jenis pembangkit.

Produksi panas bruto adalah jumlah panas yang dihasilkan dan dijual.

Impor dan ekspor

Informasi umum

Dengan peningkatan globalisasi dan keterbukaan ekonomi beberapa negara, perdagangan listrik saat ini telah berkembang. Negara-negara di seluruh benua saling menghubungkan jaringan listriknya dalam upaya untuk meningkatkan jaminan pasokan listrik dan mengambil keuntungan dari perbedaan biaya pembangkitannya.

Oleh karena itu, sangat penting untuk mengumpulkan informasi terperinci mengenai perdagangan menurut negara asal dan negara tujuan. Statistik ini juga membantu mengidentifikasi potensi kepadatan transmisi dan menyediakan cara operasi yang paling efisien dari jaringan transmisi internasional yang terus berkembang.

Listrik ditransportasi dengan menggunakan jaringan transmisi nasional bertegangan tinggi, yang terinterkoneksi di daerah perbatasan. Kapasitas dari titik-titik penghubung ini membatasi kemungkinan pertukaran antar negara. Penting dicatat bahwa tidaklah mungkin menyimpan listrik, sehingga pasokan harus selalu sama dengan kebutuhan supaya terjaga keseimbangan pada jaringan. Hal ini mengakibatkan adanya tambahan beban teknis pada operator jaringan transmisi, yang akan menstimulasi lebih lanjut kebutuhan aliran listrik lintas batas (*cross border*).

Dinamika perdagangan listrik terefleksikan dalam statistik impor dan ekspor dunia. Perdagangan dunia tersebut telah meningkat lebih dari 5 kali selama kurun waktu 30 tahun. Perdagangan listrik yang di masa lalu terbatas pada negara-negara tetangga, saat ini sudah mulai meluas. Sebagai contoh di Eropa, dimana pelanggan dari Eropa Selatan dapat membeli listrik dari Eropa Utara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Suatu jenis energi dianggap telah diimpor atau diekspor apabila telah melewati batas negara. Jumlah yang dilaporkan haruslah nilai fisik yang melewati batas negara, termasuk jumlah transit apabila ada. Lokasi asal dan tujuan adalah negara yang tetangga. Hal inilah merupakan perbedaan besar dibandingkan dengan perdagangan kebanyakan bahan bakar lainnya.

Impor and ekspor listrik direfleksikan ke dalam dua tabel dalam kuesioner. Impor menurut Negara Asal dan Ekspor ke Negara Tujuan ditunjukkan dalam Tabel 8. Total Impor dan Ekspor ditunjukkan dalam Tabel 3.

Berkaitan dengan panas, konsep sejenis digunakan untuk menggambarkan perdagangan panas. Namun demikian, jarang ditemui adanya perdagangan panas, dan tidak memungkinkan adanya jumlah transit.

Statistik listrik dinyatakan dalam gigawatt-jam (GWh) dan statistik panas dinyatakan dalam terajoule (TJ). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Perlu dicatat bahwa pencantuman jumlah transit listrik dan panas adalah sebuah pengecualian dari aturan umum untuk melaporkan impor dan ekspor.

6 Konsumsi Lístrík dan Panas

Lístrík dan Panas dikonsumsi di beberapa sektor:

- Di sektor transformasi dan di industri energi sebagai bagian dari sektor energi.
- Di transmisi dan distribusi listrik dan panas.
- Di berbagai sektor dan sub-sektor konsumsi final (industri, transportasi, rumah tangga, jasa dan lain-lain).

Penjelasan singkat mengenai sektor-sektor tersebut diberikan pada paragraf berikut, menggaris-bawahi dampak dari sifat spesifik masing-masing sektor pengguna akhir pada statistik.

Konsumsi Lístrík dan Panas di Sektor Transformasi dan Sektor Energi

Informasi umum

Lístrík hanya dapat ditransformasi menjadi panas dengan menggunakan pompa panas atau *boiler* listrik. Panas sendiri tidak memiliki sektor transformasi.

Lístrík dan panas dipergunakan juga di sektor energi untuk menunjang ekstraksi dan produksi bahan bakar dan aktivitas transformasinya. Pembangkit sistem *pumped storage* juga termasuk dalam kategori ini. Pada pembangkit ini, listrik digunakan untuk memompa air ke penampung pada saat beban rendah, sedangkan pada saat beban puncak, aliran air dari penampung digunakan untuk membangkitkan listrik.

Sektor transformasi dan sektor energi hanya mengonsumsi sekitar 10% dari pasokan listrik global dan sekitar 9% dari pasokan panas global.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Sektor transformasi dan sektor energi digambarkan pada Tabel 3 dan 4 dalam Kuesioner Lístrík dan Panas.

Konsumsi listrik dan panas pada industri nuklir mengacu pada produksi dan pengayaan bahan bakar nuklir. Dalam hal ini tidak termasuk listrik dan panas yang dikonsumsi selama pembangkit bertenaga nuklir tersebut beroperasi. Lístrík dan panas yang digunakan pada pembangkit bertenaga nuklir dilaporkan sebagai pemakaian sendiri (*Own Use*) pembangkit pada Tabel 3.

Statistik listrik dilaporkan dengan satuan gigawatt-hour (GWh) dan panas dalam satuan terajoule (TJ). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Konsumsi listrik pada sektor transformasi dibatasi hanya untuk pompa panas dan boiler listrik. Tidak ada satupun untuk panas.

Konsumsi di industri nuklir mengacu pada pengayaan bahan bakar nuklir, bukan pada pemakaian sendiri pada pembangkit bertenaga nuklir.

Susut pada transmisi dan distribusi listrik dan panas

Informasi umum

Susut pada transmisi dan distribusi adalah semua energi yang hilang akibat transmisi dan distribusi listrik dan panas. Untuk listrik, susut yang terjadi di transformator, walaupun bukan bagian integral dari pembangkitan listrik atau panas, diperhitungkan.

Untuk listrik, susut pada distribusi besarnya sekitar 7% -15% dari pasokan listrik. Jumlah susut ini terutama tergantung pada luasnya wilayah negara (panjangnya kabel penghantar), tegangan listrik pada transmisi dan distribusi dan kualitas jaringan. Di beberapa negara, pencurian listrik dapat menjadi susut yang besar, dikenal dengan istilah susut non-teknis.

Untuk panas, susut distribusi besarnya sekitar 15%. Panas secara umum didistribusikan hanya mencakup jarak yang pendek, bila tidak demikian akan menjadi tidak efisien.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Susut transmisi dan distribusi tercantum pada Tabel 3.

Susut kelistrikan pada kabel transmisi *overhead* dan jaringan distribusi dilaporkan pada baris Susut Transmisi dan Distribusi. Demikian juga susut panas akibat distribusi ke konsumen yang jauh harus dilaporkan pada baris yang sama.

Gambaran mengenai susut kelistrikan harus diperoleh dari perusahaan yang mengoperasikan jaringan (*grid*) nasional dan yang mengoperasikan distribusi listrik. Susut panas harus diperoleh dari perusahaan pemasok pemanas wilayah (*district heating*) atau penjual panas. Nilai susut listrik atau panas tidak boleh diestimasi oleh ahli statistik dalam upaya untuk memperoleh keseimbangan antara pasokan dan konsumsi.

Statistik listrik dilaporkan dengan satuan gigawatt-jam (GWh) dan panas dalam satuan terajoule (TJ). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Semua kuantitas susut listrik dan panas selama transportasi dan distribusi harus dilaporkan dalam susut transmisi dan distribusi.

Konsumsi Final

Informasi umum

Konsumsi final listrik dan panas adalah jumlah yang dikonsumsi di sektor-sektor industri, transportasi, pertanian, komersial/publik dan rumah tangga. Sektor-sektor tersebut selanjutnya diuraikan sesuai dengan klasifikasi ISIC.

Konsumsi final merupakan komponen utama dari konsumsi listrik dan panas, yaitu sebesar 80% dari konsumsi total. Selain itu, konsumsi final juga merupakan bagian

konsumsi yang paling dinamis. Pertumbuhan konsumsi listrik sejak tahun 1973 banyak terjadi di sektor rumah tangga dan komersial/publik. Kontribusi gabungan sektor rumah tangga dan sektor komersial/publik meningkat dari sekitar 38% menjadi 52% selama kurun waktu 30 tahun terakhir.

Walaupun jumlah listrik yang dikonsumsi di sektor industri meningkat secara konstan, peningkatannya tidak setinggi sektor rumah tangga dan sektor komersial/publik. Sebagai konsekuensinya, kontribusi sektor industri menurun dari 51% pada tahun 1973 menjadi 42% pada saat ini.

Sektor transportasi (kereta api) dan sektor pertanian (terutama pompa irigasi) merupakan konsumen listrik yang relatif kecil.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Jumlah agregat untuk sektor industri dilaporkan pada tabel 3 sebagaimana halnya sektor lain seperti rumah tangga, komersial/publik, pertanian dan lainnya. Sedangkan untuk sektor transportasi konsumsi harus dilaporkan untuk total transportasi dan uraiannya dalam kereta api, transportasi melalui pipa dan *non-specified* (tidak dispesifikasi).

Oleh karena pentingnya peran listrik di sektor industri, maka konsumsi listrik diuraikan untuk masing-masing sub-sektor sebagaimana tercantum pada Tabel 4. Tidak ada fasilitas untuk melaporkan konsumsi listrik untuk keperluan non-energi, oleh karena semua konsumsi listrik dianggap hanya untuk penggunaan sebagai energi.

Statistik listrik dilaporkan dengan satuan gigawatt-hour (GWh) dan panas dalam satuan terajoule (TJ). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Konsumsi final listrik dan panas adalah jumlah listrik dan panas yang dikonsumsi pada sektor-sektor industri, transportasi, pertanian, komersial/publik dan rumah tangga.

Tidak ada fasilitas melaporkan konsumsi listrik untuk keperluan non-energi.

7

Ketentuan Tambahan dalam Kuesioner Bersama tentang Lístrík dan Panas

Input produksi autoproducer

Informasi umum

Semakin bertambah pentingnya isu mengenai lingkungan, menyebabkan secara esensi perlu untuk mengidentifikasi konsumsi total bahan bakar di industri dan sektor lainnya, sehingga untuk setiap sektor tersebut, langkah-langkah tepat dapat dikembangkan dalam upaya konservasi energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca.

Informasi umum dan definisi terkait dengan produksi *autogenerator* dapat dilihat pada Bagian 1- Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input untuk memproduksi listrik dan panas dari *autoproducer* dilaporkan dalam dua bagian pada Tabel 5.

Tabel tersebut mencantumkan informasi mengenai bahan bakar yang digunakan oleh pembangkit *autoproducer*, baik listrik maupun panas, untuk dijual sesuai dengan aktivitas ekonomi utama mereka. Kolom pada tabel 5 dibedakan sesuai dengan ke-tiga tipe pembangkit yang dikenal: penghasil listrik saja, CHP, dan penghasil panas saja. Data diperlukan untuk menelusuri *input* bahan bakar yang digunakan dan *output* listrik dan panas yang dihasilkan oleh *autoproducer* sebagai bagian dari upaya Perserikatan Bangsa-Bangsa dalam memahami emisi gas CO₂.

Pada kasus pembangkit tipe CHP, memisahkan pelaporan jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan listrik dengan untuk panas yang terjual memerlukan suatu metode yang membagi total pemakaian bahan bakar diantara ke dua *output* energinya. Pembagian tersebut tetap dibutuhkan meskipun tidak ada panas yang dijual, karena pemakaian bahan bakar untuk memproduksi listrik harus dilaporkan pada sektor transformasi. Usulan metode pemisahan tersebut, diterangkan pada Lampiran 1, Bagian 1 dan harus diikuti dengan hati-hati.

Perlu diperhatikan bahwa angka total yang dilaporkan pada tabel ini harus sama dengan angka total terkait yang dilaporkan pada sektor transformasi (Tabel 1). Untuk menghindari pelaporan yang tidak konsisten, silahkan hubungi staf yang bertanggung jawab dalam melengkapi kuesioner-kuesioner lain di negara anda.

Penting

Tabel-tabel serupa disediakan pada kuesioner untuk bahan bakar lain nya (batubara, minyak, gas bumi, energi terbarukan dan limbah).

Kapasitas Maksimum Neto Pembangkitan Listrik dan Beban Puncak

Informasi umum

Kapasitas listrik neto, beban puncak, dan waktu terjadinya beban puncak, dipantau untuk menentukan faktor-faktor yang terkait dengan keamanan pasokan energi seperti *reserve margin*, kapasitas yang tersedia pada saat-saat terjadinya beban puncak, dan lain-lain.

Kapasitas maksimum neto adalah jumlah maksimum pasokan listrik yang dapat tersedia terus menerus dalam kondisi semua pembangkit beroperasi, yang diukur pada titik pasokan ke jaringan (setelah dikurangi pasokan listrik untuk peralatan pendukung dan susut transformator yang dianggap sebagai bagian integral pembangkit).

Kapasitas maksimum pembangkitan listrik nasional didefinisikan sebagai jumlah kapasitas maksimum dari setiap pembangkit yang tersedia dalam suatu periode sedikitnya 15 jam per hari. Kuantitas yang dilaporkan harus terkait dengan kapasitas maksimum yang tercatat pada akhir tahun tertentu (31 Desember) dan dinyatakan dalam megawatt (MW).

Data kemampuan pembakaran pembangkit merupakan *input* penting dalam perencanaan kelistrikan untuk merespons terhadap terjadinya gangguan nasional dan internasional yang terkait dengan penyediaan bahan bakar.

Beban puncak adalah permintaan serentak listrik yang tertinggi yang terpenuhi dalam satu tahun. Perhatikan bahwa pasokan listrik pada saat beban puncak dapat mencakup permintaan yang dipenuhi dari listrik impor atau kemungkinan lainnya adalah permintaan yang mencakup listrik ekspor.

Beban puncak total pada jaringan nasional bukan merupakan penjumlahan beban puncak selama satu tahun dari setiap pembangkit karena saat terjadinya waktu beban puncak berbeda untuk masing-masing pembangkit tersebut.

Kapasitas pada saat beban puncak adalah total kapasitas neto yang tersedia pada saat tersebut dan dapat berbeda dari ketersediaan kapasitas maksimum yang dilaporkan, karena adanya kemungkinan terhentinya operasi pembangkit oleh karena masa pemeliharaan atau sebab lain pada saat beban puncak.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Informasi tersebut tercantum pada Tabel 7 dan terbagi menjadi dua: Tabel 7a dan 7b.

- Tabel 7a mencantumkan informasi tentang Kapasitas Maksimum Neto listrik dan Beban Puncak. Pada tabel ini kapasitas total nasional dibedakan antara pembangkit listrik publik (untuk kepentingan umum) dan pembangkit *autogenerator* serta juga untuk masing-masing sumber energi. Kapasitas yang dilaporkan sebagai Bahan Bakar Mudah Terbakar dibagi lagi sesuai dengan teknologi dari pembangkit.
- Tabel 7b mencantumkan informasi tentang Kapasitas Maksimum Neto pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar mudah terbakar. Kapasitas maksimum neto yang dilaporkan dalam bagian Bahan Bakar Mudah Terbakar pada Tabel 7a, yang sudah dipisahkan antara kepentingan publik dan *autoproducer*, selanjutnya dibagi lagi sesuai dengan kemampuan pembakaran bahan bakar pada Tabel 7b. Kemampuan pembakaran dipisahkan menjadi 2 kategori: bahan bakar “tunggal” dan “ganda”. Pembangkit berbahan bakar ganda adalah pembangkit yang hanya memiliki satu unit mampu untuk membakar beberapa macam bahan bakar secara terus menerus.

Kapasitas listrik dilaporkan dengan satuan megawatt (MW). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.



Penting

Angka yang dilaporkan harus terkait dengan kapasitas maksimum yang tercatat pada akhir tahun (tanggal 31 Desember) dan dinyatakan dalam megawatt (MW).



Gas Bumi



1 Apa Itu Gas Bumi?

Informasi umum

Gas bumi mengandung berbagai macam gas, tapi kandungan terbanyak adalah gas metana (CH_4).

Sesuai dengan namanya, gas bumi merupakan sumber daya alam yang diperoleh secara alami dari bumi (bawah tanah) dan bukan merupakan suatu produk kimiawi tertentu. Saat gas bumi diekstraksi dari sumur gas atau bersamaan dengan minyak bumi, gas tersebut masih mengandung campuran dari berbagai macam gas dan cairan (yang beberapa diantaranya bukan komoditas energi). Hanya setelah diproses barulah gas ini menjadi salah satu diantara gas campuran alami yang dipasarkan. Pada tahap ini gas bumi masih merupakan campuran dari gas-gas berbeda tetapi kandungan gas metana mendominasi sebagian besar gas bumi tersebut (biasanya lebih dari 85%).

Gas bumi yang diproduksi bersamaan dengan minyak bumi disebut gas asosiasi (*associated gas*), sedangkan yang diproduksi dari sumur gas yang tidak terikat dengan minyak disebut gas non-asosiasi (*non-associated gas*).

Saat menggali batubara dari dalam tambang di bawah tanah, sejumlah gas dapat terlepas dari tempat terbentuknya batubara tersebut. Gas ini disebut dengan gas tambang (*colliery gas*) atau gas rawa (*colliery methane*). Gas ini harus dikeluarkan dari tambang untuk alasan keamanan. Jika gas tersebut dikumpulkan untuk kemudian digunakan sebagai bahan bakar, kuantitasnya harus dicatat sebagai bagian produksi gas yang akan dipasarkan.

Istilah gas basah dan gas kering sering juga dipakai. Bila suatu gas mengandung sejumlah butana dan hidrokarbon lain yang lebih berat (cairan gas bumi – NGL), maka gas tersebut disebut gas basah. Gas bumi yang diproduksi terasosiasi dengan minyak, atau gas asosiasi, biasanya merupakan gas basah. Gas kering terutama mengandung metana dengan sedikit kandungan etana, propana, dan lain-lain. Gas non-asosiasi, yaitu yang diproduksi dari sumur gas bukan terasosiasi dengan minyak, biasanya merupakan gas kering.

Untuk memfasilitasi transportasi jarak jauh, gas bumi dapat diubah ke bentuk cairan dengan cara mengurangi temperaturnya menjadi -160 derajat Celcius dalam tekanan atmosfer. Saat gas dicairkan, hasilnya dikenal dengan LNG (gas alam cair). Pencairan gas (*gas liquefaction*) hanya mengubah bentuk fisik gas bumi dari gas menjadi cairan, kandungan utamanya tetap metana. Itulah salah satu alasan mengapa gas tersebut harus tercakup dalam Kuesioner Gas Bumi. Untuk informasi lebih rinci, lihat Lampiran 1, Bagian 4.

Pasokan dan permintaan terhadap gas bumi terus-menerus meningkat. Saat ini pangsa gas bumi lebih besar dari 21% total pasokan energi primer global, sedangkan pada tahun 1973, pangsanya hanya 16,2%.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Dalam Kuesioner Gas Bumi IEA, produksi gas bumi, yang dibedakan antara gas asosiasi dan gas non-asosiasi, harus dilaporkan. Selain itu, produksi gas metana yang diperoleh dari tambang batubara harus juga dilaporkan sebagai produksi gas bumi. *Manufactured gas* (gas hasil proses/gas olahan) seperti *gas works* (gas kilang gas) serta *liquid gas* (gas cair) seperti NGL dan LPG, seharusnya tidak ikut dimasukkan ke dalam Kuesioner Gas Bumi, tetapi di kuesioner terkait lainnya, yaitu Kuesioner Batubara dan Kuesioner Minyak.

Penting

Gas Bumi sebagian besar mengandung metana.

Gas metana (hasil tambang batubara) perlu diperhitungkan juga.

2

Satuan Apa yang Digunakan Untuk Gas Bumi?

Informasi umum

Gas bumi dapat diukur dalam beberapa satuan yang berbeda: menurut kandungan energi (kalor) atau menurut volume.

Di dalam setiap ukuran berikut ini, beberapa satuan digunakan dalam industri gas bumi:

- Untuk mengukur energi, satuan yang dapat digunakan adalah joule, kalori, kWh, Btu (satuan panas Inggris), atau *therms* (panas).
- Untuk mengukur volume, satuan yang paling sering digunakan adalah meter kubik (m³) atau kaki kubik (*cubic feet*).

Apabila pengukuran gas bumi menggunakan satuan volume, penting diketahui pada temperatur dan tekanan berapakah gas tersebut diukur. Hal tersebut diperlukan, karena sifat gas sangat *compressible* (termampatkan), sehingga volume gas hanya akan ada artinya pada temperatur dan tekanan tertentu yang telah disepakati. Ada dua macam kondisi dimana gas dapat diukur:

- Kondisi normal: diukur pada temperatur 0 derajat Celcius dan tekanan 760 mm Hg.
- Kondisi standar: diukur pada temperatur 15 derajat Celcius dan tekanan 760 mm Hg.

Untuk lebih rincinya lihat Lampiran 1, Bagian 4.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Di dalam Kuesioner Gas Bumi IEA, data neraca pasokan dan perdagangan dilaporkan dalam satuan energi dan satuan volume. Satuan energi yang digunakan adalah terajoule (TJ) sedangkan satuan volumenya adalah juta meter kubik (Mm^3). Kondisi yang digunakan adalah kondisi standar (15 derajat Celsius dan 760 mm Hg). Data harus dilaporkan dalam nilai kalor bruto.

Selain itu, nilai kalor bruto dan neto setiap komponen aliran dalam neraca pasokan perlu dilaporkan juga.

Data konsumsi dan *input autoproducer* (produsen listrik dan panas untuk kepentingan sendiri) dilaporkan hanya dalam satuan energi, yaitu terajoule (TJ).

Penting

Pelaporan data gas bumi menggunakan dua satuan:

- **satuan energi, dalam terajoule (TJ), dan**
- **satuan volume, dalam juta meter kubik (Mm^3).**

3

Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume ke Satuan Energi?

Informasi umum

Metode yang paling umum digunakan dalam mengukur dan menghitung gas adalah dengan satuan volume (Mm^3). Akan tetapi, harga gas bumi seringkali ditentukan atas dasar nilai kalor per volume, karena gas dibeli berdasarkan kandungan panasnya.

Nilai kalor dari gas bumi adalah jumlah panas yang dilepaskan pada saat gas bumi mengalami pembakaran sempurna pada kondisi tertentu, misalnya $kcal/m^3$, atau megajoule (MJ/m^3). Nilai yang dihasilkan dapat dinyatakan sebagai nilai kalor bruto ataupun neto. Perbedaan antara nilai kalor bruto dengan neto merupakan panas *laten* (tidak terlihat) dari penguapan uap air yang dihasilkan pada saat pembakaran bahan bakar. Untuk gas bumi, nilai kalor neto rata-rata 10% lebih rendah dari nilai brutonya.

Untuk informasi umum mengenai faktor konversi, dapat dilihat pada Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 5 - serta pada Lampiran 3.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Konversi ke satuan energi (TJ) harus dilakukan dengan menggunakan nilai kalor bruto dari aliran gas yang terkait. Setiap aliran gas mungkin saja memiliki nilai kalor yang berbeda, dan di dalam setiap aliran gas, komponen-komponennya mungkin memiliki nilai kalor yang berbeda juga (sebagai contoh, produksi dari

berbagai ladang gas dengan kualitas gas yang berbeda, atau impor dari berbagai sumber yang berbeda). Nilai kalor juga berubah dari waktu ke waktu. Nilai kalor bruto yang relevan dapat diperoleh dari data industri pemasok gas.

Untuk mengonversi gas bumi dari satuan volume menjadi terajoule, gunakan nilai kalor bruto yang sesuai untuk setiap komponen dari berbagai aliran yang berbeda. Angka dalam satuan volume tersebut harus dikalikan dengan nilai kalor brutonya untuk mendapatkan nilai volume energi dalam terajoule.

Untuk data import, sebaiknya menggunakan *weighted average* (rata-rata berbobot) dari nilai kalor bruto. Dengan kata lain, total impor harus sama dengan jumlah dari setiap sumber yang masing-masing telah dikonversi dahulu. Sebagai contoh, negara A mengimpor 3000 m³ gas bumi dari Belanda dan 5000 m³ dari Norwegia, dengan nilai kalor 33,3 TJ/m³ dan 41,0 TJ/m³. Untuk menghitung nilai rata-rata kalor yang diimpor, lakukan pembagian antara nilai impor dengan nilai kalor masing-masing, seperti diperlihatkan oleh Tabel di bawah ini:

Tabel 3.1 • Perhitungan Nilai Kalor Rata-Rata dari Impor Gas

Dari	Impor (Mm ³)	Nilai Kalor (TJ/Mm ³)	Impor dalam Terajoule (Mm ³ x TJ/Mm ³)	Nilai Kalor (TJ/Mm ³)
Belanda	3000	33,3	3000 x 33,3 = 99900	
Norwegia	5000	41,0	5000 x 41,0 = 205000	
Total	8000	?	99900 + 205000 = 304900	304900 / 8000 = 38,113

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa nilai konversi rata-rata impor gas negara A adalah 38,113 TJ/Mm³, dan dilaporkan dalam kuestioner sebagai 38113 KJ/Mm³.

Penting

Laporkan gas bumi dalam nilai kalor brutonya dengan menggunakan nilai kalor spesifik bila tersedia.

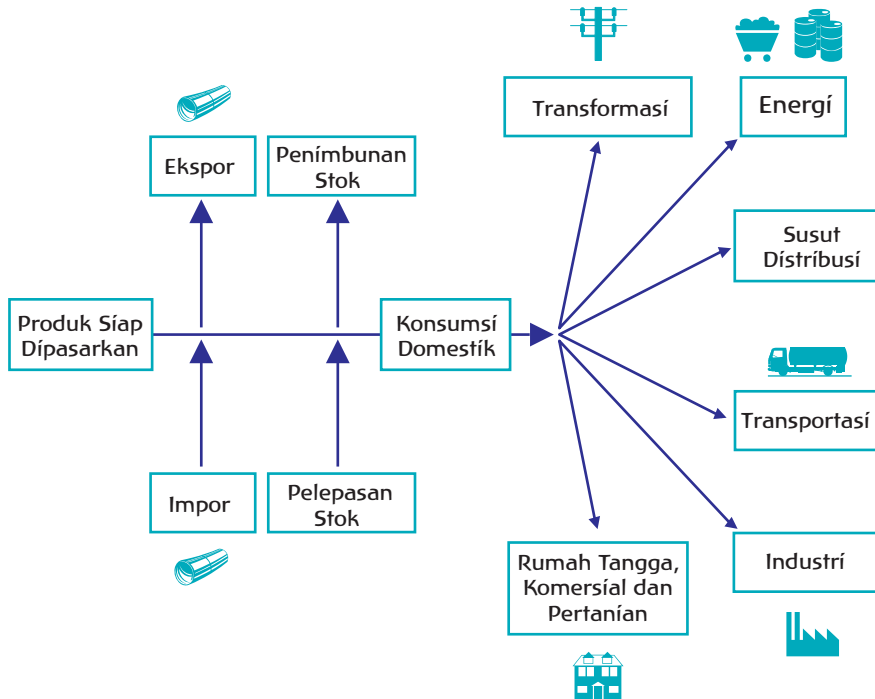
4 Aliran Gas Bumi

Informasi umum

Diagram aliran gas bumi dari produksi sampai konsumsi diperlihatkan dalam Gambar 3.1. Diagram ini disederhanakan dengan maksud untuk dapat memberikan pandangan keseluruhan dari rantai pasokan tersebut.

Produksi, perdagangan, stok, sektor energi, transformasi dan konsumsi final merupakan komponen utama yang harus diketahui agar mendapatkan gambaran lengkap dari aliran gas bumi suatu negara. Rincinya suatu laporan tergantung dari seberapa besar penggunaannya.

Gambar 3.1 • Diagram Alir Sederhana untuk Gas Bumi



Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Struktur dari Kuesioner Gas Bumi IEA mengikuti diagram dari Gambar 3.1. Kuesioner ini memiliki lima tabel:

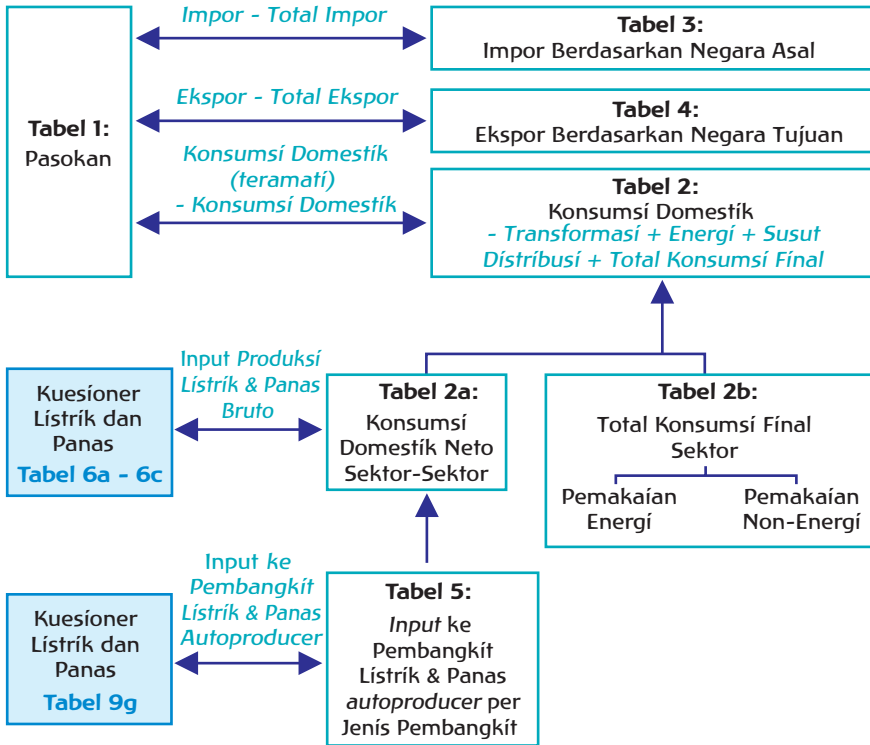
- Tabel 1: Pasokan Gas Bumi (lihat Bagian 5).
- Tabel 2a, 2b: Konsumsi berdasarkan Sektor (lihat Bagian 6).
- Tabel 3: Impor berdasarkan Negara Asal (lihat Bagian 5).
- Tabel 4: Ekspor berdasarkan Negara Tujuan (lihat Bagian 5).
- Tabel 5: *Input ke autoproducer* Listrik dan Panas (lihat Bagian 7).

Setiap tabel di atas akan diuraikan dalam paragraf–paragraf berikut. Namun, ada beberapa penjumlahan (total) utama yang harus konsisten diberbagai tabel. Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 3.2.

Angka total berikut ini harus konsisten diantara berbagai tabel dari Kuesioner Gas Bumi:

- Impor berdasarkan Negara Asal pada Tabel 3 harus dijumlah dan hasilnya dilaporkan sebagai Total Impor pada Tabel 1.
- Ekspor berdasarkan Negara Tujuan pada Tabel 4 harus dijumlah, dan hasilnya dilaporkan sebagai Total Ekspor pada Tabel 1.

Gambar 3.2 • Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Gas Bumi



- Konsumsi Domestik (teramati) dalam terajoule pada Tabel 1 harus sesuai dengan Konsumsi Domestik dalam terajoule pada Tabel 2.
- Konsumsi Domestik pada Tabel 2a merupakan jumlah konsumsi Sektor Transformasi, Sektor Energi, Susut Distribusi, ditambah dengan Total Konsumsi Final (Pemakaian Energi + Pemakaian Non-Energi) pada Tabel 2b.
- Data Pembangkitan Listrik dari *autoproducer* pada Tabel 2a harus sesuai dengan data Total *Input* Pembangkit Listrik dari *autoproducer* pada Tabel 5.
- Data Pembangkitan CHP (co-gen) dari *autoproducer* pada Tabel 2a harus sesuai dengan data Total *Input* Pembangkit CHP dari *autoproducer* pada Tabel 5.
- Data Pembangkitan Panas dari *autoproducer* pada Tabel 2a harus sesuai dengan Total *Input* Pembangkit Panas dari *autoproducer* pada Tabel 5.

Penting

Harap diingat keterkaitan antara berbagai tabel pada kuesioner. Hasil beberapa penjumlahan penting harus konsisten.

5 Pasokan Gas Bumi

Seperti dijelaskan dalam Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 9, pasokan meliputi produksi, perdagangan dan perubahan stok. Setiap komponen tersebut akan dijelaskan lebih rinci di bawah ini.

Produksi

Informasi umum

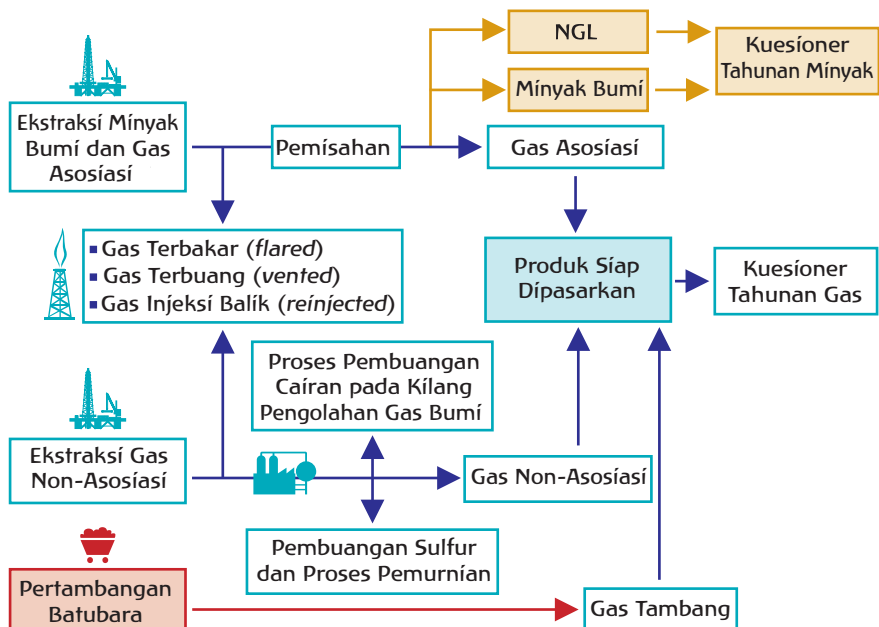
Sebelum menjadi produk siap dipasarkan, gas bumi, setelah diekstraksi, akan melalui beberapa proses yang sesuai dengan kondisi saat diproduksi. Berbagai proses yang dilalui tersebut digambarkan dalam Gambar 3.3. Untuk lebih jelasnya, para pembaca yang ingin lebih mengetahui proses-proses tersebut dapat melihat Lampiran 1.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Produksi lokal (*indigenous*) dilaporkan pada Tabel 1 (Pasokan).

Dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 3.3 bahwa tidak selalu mudah untuk memberikan batasan statistik antara berbagai aliran; mana yang harus diikutsertakan dalam laporan dan mana yang tidak. Akan tetapi, untuk keperluan Kuesioner Gas Bumi, apa yang dilaporkan sebagai produksi lokal sebaiknya merupakan produk siap dipasarkan (*marketed production*), yang dihitung setelah proses pemurnian dan ekstraksi seluruh NGL dan sulfur.

Gambar 3.3 • Diagram Alir Sederhana untuk Produksi Gas Bumi



Tetapi, tetap perlu untuk diingat bahwa:

- Gas asosiasi yang diproduksi dari ekstraksi minyak bumi harus dilaporkan dalam Kuesioner Gas Bumi (Tabel 1).
- Gas terbuang, terbakar, atau diinjeksi balik sebaiknya tidak ikut dilaporkan. Akan tetapi, angka untuk gas terbuang dan terbakar dibutuhkan oleh institusi-institusi pemerhati lingkungan untuk memperkirakan jumlah emisi *fugitive* dari kegiatan produksi minyak dan gas bumi. Untuk alasan inilah mengapa angka tersebut tetap harus dilaporkan tetapi pada bagian tersendiri.
- Kuantitas gas yang dipakai di dalam industri gas bumi (biasanya dalam bentuk tidak dapat dipasarkan) pada berbagai macam proses pemisahan dan pengelolaan lain harus dilaporkan pada data produksi.

Data produksi dinyatakan dalam satuan energi (TJ) dan satuan volume (Mm³). Data harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Produksi lokal (indigenous) merupakan angka produksi siap dipasarkan dan tidak mencakup angka gas terbuang, terbakar, atau diinjeksi balik, tetapi mencakup jumlah yang digunakan dalam kilang pengolahan gas.

Impor dan ekspor

Informasi umum

Ada dua moda transportasi gas bumi; dalam bentuk gas melalui pipa, dan dalam bentuk cair sebagai LNG.

Karena sulit dan tingginya biaya transportasi gas bumi, perdagangan gas hingga kini masih sangat terbatas. Pada tahun 1971, gas yang diperdagangkan hanyalah 5,5% dari total gas yang dikonsumsi. Namun, dalam beberapa dekade terakhir ini, perdagangan gas bumi mengalami perkembangan yang pesat dan dewasa ini mencapai sekitar seperempat dari gas yang dikonsumsi.

Lebih lanjut, jika di masa lampau pasar gas lebih bersifat lokal, adanya pengembangan teknologi pipa gas yang lebih efisien telah membuka pasar gas lebih bersifat kawasan (misalnya Eropa dan Amerika Utara). Pengembangan lapangan gas jauh dari lokasi permintaan serta adanya perluasan pasar *spot* akan membuat pasar gas menjadi lebih global.

Akibat meningkatnya peranan gas di pasar energi, ketersediaan data impor dan ekspor gas yang rinci dan terpercaya sangatlah penting dewasa ini. Namun demikian, pelaporan data berdasarkan negara asal dan negara tujuan terkadang menjadi lebih sulit dengan adanya fakta bahwa gas bumi sering ditransportasikan melalui pipa yang akan melintasi banyak batas teritorial.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Total Impor dan Ekspor akan dilaporkan pada Tabel 1. Impor berdasarkan Negara Asal dan Ekspor berdasarkan Negara Tujuan masing-masing dilaporkan pada Tabel 3 dan 4.

Untuk tujuan keamanan energi, negara asal dan tujuan gas bumi menjadi bagian penting dari proses pengumpulan data.

Dalam rangka impor, sangatlah penting untuk mengetahui asal mula gas (negara dimana gas diproduksi), sedangkan dalam rangka ekspor, sangatlah penting untuk menunjukkan tujuan akhir gas (negara dimana gas akan dikonsumsi) dari gas yang diproduksi dalam negeri (lokal). Perusahaan-perusahaan yang bertanggung jawab mengurus pengaturan komersial perdagangan gas harus dapat menyediakan datanya.

Impor terkait dengan gas yang akan dikonsumsi di dalam suatu negara, sedangkan ekspor terkait dengan gas yang sudah diproduksi di dalam suatu negara. Bila dalam perdagangan terdapat transit dan ada ekspor kembali (*re-export*), kuantitasnya tidaklah termasuk dalam data perdagangan yang dilaporkan.

Data perdagangan akan dilaporkan dalam satuan energi (TJ) dan satuan volume (Mm^3). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Impor harus mencakup gas yang masuk ke suatu negara untuk dikonsumsi di dalam negaranya, dan dilaporkan dalam negara dimana gas tersebut diproduksi.

Ekspor harus merupakan produksi domestik gas yang keluar dari suatu negara, dan dilaporkan pada negara dimana gas akan dikonsumsi.

Bila dalam perdagangan ada transitnya dan ada ekspor kembali (re-export) maka kuantitasnya tidak diperhitungkan.

Tingkat stok dan perubahannya

Informasi umum

Di kebanyakan negara, kebutuhan akan gas bumi bervariasi tergantung musimnya; pada waktu musim dingin, permintaan gas meningkat, sehingga sering timbul kesulitan pada sistem distribusi dan transmisi. Untuk membatasi transportasi gas jarak jauh, banyak negara mulai membangun fasilitas penyimpanan gas. Selain itu, adanya cadangan strategis gas akan meningkatkan keamanan pasokan gas.

Seperti halnya minyak, data tingkat stok dan perubahan yang tepat waktu, rinci dan akurat semakin penting untuk para pengambil keputusan dan para analis pasar, terutama pada saat pangsa gas dalam total pasokan energi semakin meningkat.

Fasilitas penyimpanan gas dibedakan menurut dua kategori dasar, yang menentukan karakteristiknya; musiman (*seasonal*) atau puncak (*peak*). Fasilitas penyimpanan musiman, yang dapat digunakan sebagai sesuatu yang strategis, harus dapat menyimpan gas dalam volume yang sangat banyak yang disimpan secara bertahap pada saat kebutuhan rendah yang kemudian dilepas pada periode dimana kebutuhan tinggi. Sebaliknya, fasilitas puncak, menyimpan dalam kuantitas yang lebih sedikit tetapi harus mampu dengan cepat menyalurkan gas ke jaringan transmisi untuk memenuhi lonjakan kebutuhan gas. Fasilitas penyimpanan yang berbeda tersebut dapat diklasifikasi menurut tipe fisiknya (untuk informasi lebih lanjut, lihat Lampiran 1). Diantara yang sering digunakan adalah akuifer (termasuk lapangan minyak/gas yang sudah menipis), *salt cavern* (gua yang materi pembentuknya terdiri dari garam), *LNG peak-shaving unit* (fasilitas kilang LNG skala kecil), *mined caverns* (gua tambang), tambang dan penampung gas tak terpakai (*disused mines and gasholders*).

Penyimpanan gas dan stok perlu dibedakan dengan cadangan gas. Penyimpanan gas dan stok mengacu pada gas yang sudah diproduksi, tetapi digunakan untuk tujuan strategis, musiman atau *peak-shaving* (penghematan-beban). Istilah cadangan gas mengacu pada estimasi kuantitas gas yang belum diproduksi, tetapi yang hasil analisis data geologinya menunjukkan dengan kepastian yang layak *recoverable* (dapat diperoleh) dalam beberapa tahun mendatang dari sumur gas dan minyak yang diketahui.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Tingkat stok dan perubahan stok harus dilaporkan dalam Tabel 1 (Pasokan).

Baik tingkat stok pada saat pembukaan (*opening*) maupun penutupan (*closing*) harus dilaporkan. Stok pembukaan merupakan tingkat stok pada hari pertama dari suatu waktu yang ditentukan; Stok penutupan merupakan tingkat stok pada akhir periode waktu tersebut. Misalnya untuk suatu tahun kalender, stok pembukaan adalah stok pada tanggal 1 Januari sedangkan stok penutupan adalah stok yang diukur pada tanggal 31 Desember tahun tersebut.

Kuesioner Gas Bumi memerlukan rincian penyimpanan gas yang *recoverable*. Perubahan tingkat stok terkait dengan perubahan dari gas *recoverable*. Perubahan stok sama dengan stok pembukaan dikurangi stok penutupan; hasil negatif menunjukkan adanya penambahan simpanan stok, sedangkan hasil positif menunjukkan adanya pelepasan stok.

Sumur penyimpanan bawah tanah mengandung *cushion gas* (gas selubung), yang bisa dianggap tidak tersedia, tetapi terdapat di sana untuk menjaga kinerja operasi dari sumur tersebut. Sebagai akibatnya, tingkat stok *cushion gas* diperlukan untuk informasi yang terpisah.

Data stok dilaporkan dalam satuan energi (TJ) maupun satuan volume (Mm^3).

Penting

Laporkan tingkat stok dan perubahan stok dari gas recoverable (terperoleh) pada tabel utama pasokan, dan secara terpisah cushion gas (gas selubung), sebagai suatu catatan informasi.

Perubahan stok dihitung sebagai tingkat pada saat pembukaan dikurangi tingkat pada saat penutupan.

6 Konsumsi Gas Bumi

Gas bumi dikonsumsi pada beberapa sektor, yaitu:

- Pada sektor transformasi.
- Oleh industri penghasil energi di dalam sektor energi.
- Pada transportasi dan distribusi gas.
- Pada berbagai sektor dan sub-sektor konsumsi final (industri, transportasi, rumah tangga, jasa, dll.). Termasuk juga pemakaian energi dan non-energi dari gas bumi.

Penjelasan singkat dari ke empat sektor di atas di berikan pada paragraf-paragraf berikut ini, yang menekankan dampak dari kekhususan statistik sektor pemakai-akhir. Untuk informasi umumnya, dapat dilihat Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 8.

Konsumsi gas bumi di sektor transformasi

Informasi umum

Persepsi gas bumi dewasa ini sangatlah berbeda dari yang berlaku 10 atau 20 tahun yang lalu. Di masa lampau, gas bumi dianggap sebagai *noble gas* (gas mulia), dicadangkan untuk berbagai pemakaian tertentu yang utama (*premium*), sehingga jarang dikonsumsi pada sektor transformasi. Dewasa ini, gas bumi dipakai pada berbagai sektor dan aplikasi, dan mengalami pertumbuhan yang signifikan sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan panas. Berkembangnya teknologi turbin gas telah memungkinkan konsumsi gas pada pembangkit generator turbin gas siklus kombinasi (CCGT) maupun pada pembangkit cogen panas dan listrik (CHP). Gas bumi memberikan berbagai keuntungan pada sektor tersebut dibanding dengan bahan bakar fosil lainnya, karena efisiensinya tinggi, biaya investasi yang relatif lebih rendah, dan relatif bersih. Gas merupakan bahan bakar terbersih diantara berbagai bahan bakar fosil lainnya dan kebutuhannya lebih diutamakan karena alasan dampak lingkungannya.

Di beberapa tahun belakangan ini, pemakaian gas bumi untuk pembangkitan listrik mencapai hampir 20% dari produksi listrik global (meningkat dari 13% pada tahun 1973), serta mencapai hampir setengah dari produksi panas dunia baik yang berasal dari pembangkit panas saja ataupun CHP.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Sektor transformasi meliputi statistik listrik dan panas menurut berbagai jenis pembangkitnya (yaitu listrik-saja, panas-saja, atau kombinasi listrik dan panas/CHP) yang dipisahkan antara jenis produsennya (publik dan *autoproducer*). Untuk informasi lebih lanjut mengenai berbagai kategori tersebut, dapat dilihat pada Lampiran 1, Bagian 1.

Pemakaian gas bumi sebagai bahan baku untuk dikonversi ke bentuk cairan seperti dalam produksi metanol, harus dilaporkan pada sub-sektor transformasi: Konversi ke Bentuk Cairan (Tabel 2a). *Output* dari cairan gas bumi harus dilaporkan pada Kuesioner Minyak (Tabel 1) di bawah Judul Sumber Daya Lainnya (*Other Sources*).

Penting

Laporkan pada sektor transformasi berbagai input energi yang ditransformasi menjadi bentuk energi lainnya.

Konsumsi gas di sektor energi

Informasi umum

Konsumsi sektor energi mencakup juga “pemakaian sendiri”. Hal ini termasuk konsumsi gas bumi oleh industri energi itu sendiri untuk menunjang proses ekstraksi (penambangan, produksi minyak dan gas) maupun aktivitas transformasi (misalnya gas bumi yang dikonsumsi untuk pemanasan, atau menjalankan pompa maupun kompressor).

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Di dalam sektor energi, sub-sektornya merupakan berbagai industri penghasil energi. Khusus untuk gas bumi ada satu sub-sektor yang disebut dengan Kilang *Liquefaction* (pencairan/LNG).

Pada Kilang LNG, yang dilaporkan adalah jumlah gas yang digunakan sebagai “pemakaian sendiri” untuk mencairkan gas bumi. Hal ini hanya bisa diukur dari perbedaan antara *input* gas bumi ke kilang LNG dengan *output* LNG nya (tetapi akan mencakup juga susut energi). Walaupun gas bumi ditransformasi dari bentuk gas ke bentuk cair dengan mendinginkannya (hingga -160 derajat Celcius), namun tidak akan terjadi perubahan komposisi metananya. Karena itulah maka proses pencairan tidak dilaporkan pada sektor transformasi. Energi yang dipakai pada proses pencairan dilaporkan sebagai konsumsi sektor energi (sub-sektor Kilang LNG).

Penting

Sektor energi meliputi pemakaian energi untuk menunjang aktivitas ekstraksi dan transformasi.

Transportasi gas bumi dan susut distribusi

Informasi umum

Mengingat gas bumi sering didistribusikan melalui pipa melampaui jarak yang jauh, maka pasti akan terjadi kehilangan atau susut.

Jika membahas masalah susut transportasi dan distribusi, maka sudah biasa dimengerti bahwa susut transportasi merupakan gas yang hilang pada saat transmisinya melampaui jarak yang jauh, sedangkan susut distribusi adalah susut yang terjadi pada rantai pasokan gas yaitu dalam jaringan distribusi lokal.

Susut tersebut dapat diakibatkan oleh perbedaan-perbedaan pada saat pengukuran, seperti pada saat melakukan kalibrasi pengukuran berbagai aliran gas atau perbedaan pada temperatur dan tekanan di saat pengukuran. Selain itu, bisa juga dari beberapa kebocoran pipa baik kecil maupun besar.

Semua perbedaan tersebut dapat diklasifikasikan sebagai susut selama proses transportasi dan distribusi gas bumi dari mulai produksi hingga konsumsi, atau dengan singkatnya susut transportasi dan distribusi. Sebagai informasi, susut tersebut mencakup kurang dari 1% pasokan gas global, walaupun variasinya bisa besar diantara beberapa negara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kategori Susut Distribusi (Tabel 2a) harus mencakup semua susut yang terjadi selama transportasi dan distribusi gas, termasuk susut dalam pipa gas.

Gas yang dipakai oleh kompressor saluran pipa untuk mentransportasikan gas dalam pipa harus dilaporkan sebagai bagian konsumsi sektor transport (Tabel 2b).

Penting

Susut yang terjadi selama proses transportasi harus dimasukkan pada susut distribusi.

Gas yang dipakai untuk mengoperasikan pipa gas harus merupakan bagian pada sektor transportasi (transportasi pipa), bukan bagian dari susut transportasi dan distribusi.

Konsumsi final

Informasi umum

Konsumsi final adalah semua energi yang dikirim ke konsumen akhir pada sektor transportasi, industri dan lainnya. Tidak mencakup gas yang digunakan dan/atau pemakaian sendiri pada industri-industri penghasil energi. Cabang dari ketiga sektor tersebut dibahas dalam Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 8.

Pada sektor transportasi, gas bumi dipakai dalam bentuk dimampatkan (disebut gas bumi mampat atau CNG) atau dalam bentuk dicairkan (LNG). CNG merupakan

gas bumi yang digunakan untuk kendaraan khusus CNG, dimana gas disimpan dalam tabung bahan bakar silinder bertekanan tinggi.

Pemakaian CNG meningkat karena sifat pembakarannya yang bersih, sehingga lebih sedikit emisi gas buang dan gas rumah kaca yang dikeluarkannya dibanding bensin maupun solar. Pemakaian CNG umumnya adalah pada kendaraan penumpang yang *light-duty* (berkemampuan angkut ringan), truk *pick-up*, truk pengirim yang *medium-duty* (berkemampuan angkut menengah), serta pada bus transit dan sekolah.

LNG, sebaliknya, lebih sering dipakai pada aplikasi *heavy-duty* (berkemampuan angkut berat) seperti bus-bus transit, lokomotif kereta api dan semi-truk jarak jauh. Kebutuhan untuk menjamin agar LNG tetap dalam keadaan sangat dingin, disamping juga keadaannya yang labil (*volatile*), membuat aplikasi LNG lebih terbatas untuk tujuan transportasi saja.

Data dikumpulkan untuk pemakaian gas sebagai energi dan non-energi pada berbagai sektor final dan sub-sektornya. Pemakaian utamanya sebagai bahan baku adalah pada industri kimia dan petrokimia.

Metana dalam gas bumi merupakan sumber karbon dan hidrogen untuk beberapa proses dalam industri kimia. Pemakaiannya yang luas adalah dalam produksi amonia, yang digunakan dalam industri pupuk pertanian. Metana, juga digunakan untuk memproduksi metanol dan karbon hitam (*black carbon*). Setiap proses tersebut masing-masing memiliki keperluan akan panas tersendiri, yang bisa diperoleh dengan membakar sebagian dari gas bumi.

Sewaktu metana digunakan sebagai bahan bakar untuk industri petrokimia seperti dalam proses perengkahan uap (*steam cracking*), produksi amonia, dan produksi metanol, maka pemakaiannya tersebut dianggap sebagai pemakaian energi.

Namun bila digunakan sebagai bahan baku dalam proses perengkahan dan pembentukan kembali (*reforming*) untuk produksi etilena, propilena, butilena, aromatis, butadiena dan bahan mentah berbasis hidrokarbon yang non-energi lain, maka pemakaiannya diklasifikasi sebagai non-energi.

Sebagai informasi, gas bumi mencakup kurang lebih 16% dari konsumsi final global. Pangsa pemakaiannya sebagai bahan bakar atau sebagai bahan baku dapat bervariasi secara signifikan diantara negara-negara, tergantung pada ukuran dari aktivitas industri petrokimianya.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Sangatlah sulit untuk membedakan konsumsi gas bumi yang khusus hanya sebagai bahan bakar bila dipasok pada industri petrokimia. Pemasok gas dapat mengklasifikasikan semua gas yang dikirim ke industri petrokimia sebagai pemakaian bahan baku. Dalam kasus ini, lebih baik menyederhanakan laporan dari industri supaya mendapatkan data yang lebih akurat dari cabang kimia dan petrokimia sektor industri tersebut. Dengan demikian industri tersebut ada pada posisi yang lebih baik untuk memberikan informasi pemakaian gas bumi untuk meningkatkan panas ataupun untuk tujuan pembakaran lainnya.

Penting

Gas dapat digunakan sebagai energi maupun non-energi. Laporkan kedua pemakaian tersebut pada sektornya masing-masing.

7 Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Gas Bumi

Input untuk autoproductión (produksi untuk kepentingan sendiri)

Informasi umum

Dengan semakin pentingnya permasalahan lingkungan, maka sangatlah perlu untuk mengetahui total konsumsi bahan bakar di setiap industri dan sektor pemakai lainnya, sehingga untuk setiap sektor dapat diambil langkah-langkah yang tepat untuk melakukan konservasi energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Untuk informasi yang umum dan definisi *autoproducer*, dapat dilihat ke Bab 2 - Listrik dan Panas, Bagian 1.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input ke Pembangkit Listrik dan Panas *autoproducer* dilaporkan pada Tabel 5.

Tabel ini memberikan informasi mengenai pemakaian bahan bakar oleh *autoproducer* listrik dan panas yang dijual sesuai dengan aktivitas ekonomi utamanya. Tabel dipisahkan menjadi tiga kolom - sesuai dengan ketiga jenis pembangkitan: Listrik-saja, CHP, dan Panas-saja. Data digunakan untuk melacak *input* bahan bakar serta *output* listrik dan panas *autoproducer* sebagai usaha PBB untuk mengetahui emisi CO₂.

Dalam kasus pembangkit CHP, melaporkan dua angka yang terpisah untuk produksi listrik dan panas memerlukan suatu metode yang membagi pemakaian bahan bakar diantara kedua *output* energi tersebut. Pembagian ini diperlukan juga walaupun tidak ada panas yang dijual karena pemakaian bahan bakar untuk produksi listrik harus dilaporkan pada sektor transformasi. Metode yang dianjurkan tersebut dijelaskan dalam Lampiran 1, Bagian 1 dan perlu diikuti secara teliti.

Mohon diperhatikan bahwa angka total yang dilaporkan pada tabel ini harus sama dengan angka total terkait yang dilaporkan pada sektor transformasi. Perlu diperhatikan juga bahwa Tabel yang serupa ada di dalam Kuesioner Listrik dan Panas. Untuk mencegah pelaporan yang tidak konsisten, hubungi personal yang bertanggung jawab dalam melengkapi dan menyelesaikan Kuesioner Listrik dan Panas di negara masing-masing.

Penting

Laporkan gas bumi yang dipakai oleh autoproducer sebagai input produksi listrik dan panas di setiap sektor terkaitnya.

Minyak



1 Apa Itu minyak?

Informasi umum

Petroleum merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon cair, suatu senyawa kimia yang mengandung hidrogen dan karbon, yang terbentuk secara alamiah di cadangan bawah tanah dalam batuan sedimen. Berasal dari bahasa latin *petra*, yang berarti batu, dan *oleum*, yang berarti minyak, kata "*petroleum*" sering diartikan dengan kata "minyak". Didefinisikan secara luas, minyak mencakup produk primer (mentah) dan produk sekunder (terolah/produk kilang).

Minyak mentah merupakan satu jenis minyak terpenting yang diolah menjadi berbagai produk kilang, akan tetapi beberapa bahan baku minyak lainnya juga dipakai untuk menghasilkan berbagai produk kilang minyak. Terdapat berbagai macam produk kilang yang dihasilkan dari minyak mentah, banyak diantaranya untuk keperluan khusus, misalnya bensin kendaraan bermotor atau pelumas; yang lainnya dipakai untuk menghasilkan panas, seperti solar/minyak diesel (*gas oil*) atau minyak bakar (*fuel oil*).

Nama-nama produk kilang pada umumnya adalah nama-nama yang dipakai di Eropa Barat dan Amerika Utara. Nama-nama tersebut biasa dipakai di perdagangan internasional, akan tetapi tidak selalu sama dengan nama-nama yang dipakai di pasar lokal. Selain produk minyak tersebut, terdapat juga minyak "belum jadi" yang akan diproses lebih lanjut di kilang atau tempat lain.

Pasokan dan pemakaian minyak di negara-negara industri bersifat kompleks dan mencakup baik pemakaian sebagai energi maupun non-energi. Sebagai akibatnya, penjabaran pemakaian di bawah ini hanya sebagai panduan umum dan bukan merupakan suatu aturan kaku. Lampiran 1 memberikan penjelasan lengkap dari proses dan aktivitas yang disebutkan dalam Kuesioner Minyak.

Minyak merupakan komoditas perdagangan terbesar, baik minyak mentah maupun produk kilang. Sebagai konsekuensinya, sangat penting untuk mengumpulkan data selengkap, seteliti dan setepat mungkin mengenai aliran minyak dan produknya. Meskipun pasokan minyak terus meningkat secara tetap, pangsaanya terhadap total pasokan energi global telah menurun, dari 45% lebih di tahun 1973 menjadi sekitar 35% di tahun-tahun terakhir ini.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Minyak IEA mencakup minyak yang diproses di kilang dan produk minyak yang dihasilkan. Semua sumber pasokan dan pemakaian minyak akan tercakup dalam kuesioner, demikian juga nilai kalornya.

Minyak mentah bukan satu-satunya bahan baku kilang. Minyak primer dan sekunder lainnya dapat dipakai sebagai bahan baku, yaitu: NGL (cairan gas bumi), bahan baku kilang, bahan tambahan, *oxygenate* dan hidrokarbon lainnya, seperti *shale oil* (minyak serpihan) atau minyak mentah sintesis dari *tar sands* (pasir aspal) (lihat Tabel 4.1).

Tabel 4.1 • Minyak Primer versus Minyak Sekunder

PRODUK MINYAK PRIMER	Minyak mentah	
	NGL (cairan gas bumi)	
	Hidrokarbon lainnya	
PRODUK SEKUNDER INPUT KE KILANG	Komponen tambahan/campuran (<i>Additives and blending components</i>)	
	Bahan baku kilang (<i>refinery feedstocks</i>)	
PRODUK MINYAK SEKUNDER	Gas kilang (<i>refinery gas</i>)	Minyak diesel transportasi
	Etana	Minyak diesel pemanas (<i>heating</i>) dan lainnya
	LPG	Bahan bakar residual: kandungan sulphur rendah
	Nafta (<i>Naphtha</i>)	Bahan bakar residual: kandungan sulphur tinggi
	Bahan bakar pesawat terbang (<i>Aviation gasoline - Avgas</i>)	<i>White spirit</i> (minyak cuci) + SBP
	Bahan bakar jet jenis bensin (<i>Gasoline type jet fuel</i>)	Pelumas (<i>lubricant</i>)
	Bensin tanpa timbal	Bitumen
	Bensin bertimbal	Lilin parafin (<i>paraffin waxes</i>)
	Bahan bakar jet jenis minyak tanah (<i>Kerosene type jet fuel - Avtur</i>)	Kokas minyak (<i>petroleum coke</i>)
	Minyak tanah lainnya (<i>Other kerosene</i>)	Produk lain

Keseluruhan produk kilang yang berasal dari minyak mentah, bervariasi mulai dari produk ringan seperti LPG dan bensin kendaraan bermotor sampai produk-produk yang lebih berat seperti minyak bakar.

Deskripsi lengkap dari produk minyak primer dan sekunder ini dan spesifikasinya tercantum pada Lampiran 2. Spesifikasi ini penting, karena terdapat nama-nama produk kilang yang berbeda untuk produk-produk tertentu di dunia, misalnya "stove oil" dan "mazout"; spesifikasinya harus didapat dari pemasok sehingga minyak-minyak tersebut dapat dilaporkan dengan memakai nama-nama produk yang ada di Kuesioner Minyak.

Penting

Petroleum merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon cair yang terbentuk secara alamiah di cadangan bawah tanah.

2 Satuan Apa yang Digunakan untuk Minyak?

Informasi umum

Bahan bakar cair dapat diukur dari massanya atau volumenya. Untuk kedua ukuran tersebut, beberapa satuan dipakai pada industri minyak:

- Satuan massa yang paling banyak dipakai untuk mengukur minyak adalah metrik ton (atau ton). Misalnya, tanker di industri minyak sering dinyatakan berdasarkan kapasitasnya dalam ton, dimana sebuah *ultra large crude carrier* (ULCC) didefinisikan memiliki kemampuan untuk mengangkut lebih dari 320 ribu ton.
- Satuan asli dari kebanyakan bahan bakar cair dan gas adalah volume. Cairan dapat diukur dengan liter, barel, atau meter kubik. Contoh umum pemakaian volume sebagai satuan ukuran adalah dalam harga minyak, dinyatakan dalam dolar per barel.

Oleh karena cairan dapat diukur berdasarkan massa atau volumenya, maka penting untuk dapat mengonversi minyak dari satu satuan ke satuan lainnya. Untuk dapat membuat konversi ini, berat jenis (*specific gravity*) atau kerapatan (*density*) dari cairan perlu diketahui.

Oleh karena minyak mentah mengandung hidrokarbon dari yang teringan sampai terberat, karakteristiknya, termasuk kerapatan, akan berbeda banyak antara satu minyak mentah dengan yang lain. Demikian juga kerapatan berbagai produk minyak sangat berbeda antar satu produk dengan lainnya.

Kerapatan dapat dipakai untuk mengklasifikasikan produk kilang dari yang ringan sampai yang berat, misalnya LPG dengan kerapatan 520 kg/m^3 dianggap produk ringan sedangkan minyak bakar dengan kerapatan lebih dari 900 kg/m^3 adalah produk berat.

Harap dicatat: banyak negara dan organisasi memakai satuan ton setara minyak (toe) dalam mempublikasikan neraca energinya. Satuan "toe", yang berdasar pada sifat kalorinya, dipakai untuk membandingkan minyak dengan bentuk energi lainnya dan harus dibedakan dari atau tidak dicampuradukkan dengan ukuran massa dalam ton.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Satuan yang dipakai dalam Kuesioner Minyak IEA adalah ribuan metrik ton. Apabila satuan massa lainnya dipakai, datanya harus dikonversi menjadi metrik ton dengan memakai faktor konversi yang terdapat pada Lampiran 3.

Untuk konversi dari satuan volume ke satuan massa, berat jenis spesifik harus digunakan (lihat Bagian 3) untuk minyak mentah maupun produk kilang, termasuk gas (misalnya gas kilang). Namun, apabila data tidak tersedia, dapat dipakai faktor rata-rata yang terdapat di Lampiran 3. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Dalam kuesioner, data minyak dilaporkan dalam ribuan metrik ton. Angkanya harus bulat (tanpa koma).

3 Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Volume ke Satuan Massa?

Informasi umum

Industri minyak di berbagai belahan dunia memakai satuan ukuran yang berbeda. Misalnya, di Eropa, satuan metrik ton adalah satuan yang umum diterima sebagai satuan ukuran, sedangkan di Amerika, barel dipilih sebagai satuan volume. Di Jepang, satuan volume juga dipakai untuk mengukur pasokan dan permintaan minyak; akan tetapi standar satuannya adalah meter kubik.

Dengan bervariasinya satuan volume dan massa yang dipakai di dunia, maka sangat penting untuk mengonversi semua satuan tersebut menjadi satu satuan umum agar dapat dilakukan perbandingan. Industri minyak internasional kebanyakan memakai barel (bbl) sebagai satuan dasar. Untuk aliran tertentu seperti produksi dan kebutuhan, satuan yang umum dipakai adalah barel per hari (bpd).

Seperti disebutkan di atas, untuk melakukan konversi dari satuan massa menjadi satuan volume atau sebaliknya, berat jenis atau kerapatan dari minyak harus diketahui. Tanpa masuk terlalu jauh ke dalam detail teknis, beberapa hal perlu dijelaskan untuk lebih mengerti faktor konversi minyak.

Kerapatan didefinisikan sebagai massa per satuan volume, yaitu ton/barel. Berat jenis adalah berat relatif per satuan volume (atau kerapatan) dari sebuah zat dibandingkan dengan air. Kerapatan air adalah 1g/cm^3 . Bensin kendaraan (mogas), misalnya, mempunyai kerapatan yang lebih rendah karena jauh lebih ringan untuk volume yang sama. Oleh karena itu, berat jenis bensin lebih kecil dari 1g/cm^3 . Oleh karena besaran volume berubah setiap kali temperatur berubah, data berat jenis dilaporkan dengan memakai acuan temperatur tertentu (untuk minyak, temperatur acuannya biasanya adalah 15 derajat Celsius). Selanjutnya, berat jenis seringkali dinyatakan dalam persentase, misalnya berat jenis sebesar 0.89 dinyatakan sebagai 89.

Istilah *API gravity* (gravitasi API), suatu standard yang diadopsi oleh *American Petroleum Institute*, umumnya dipakai untuk menyatakan berat jenis minyak tertentu.

Catatan : *API gravity* didefinisikan sebagai: $(141.5 / 60^\circ \text{ specific gravity pada } 60^\circ \text{ F}) - 131.5$.

Hasilnya adalah skala acak (*arbitrary scale*) untuk mengukur gravitasi, yang dinyatakan dalam derajat API, dimana semakin ringan suatu senyawa, semakin tinggi derajat gravitasi API-nya. Misalnya, yang dianggap sebagai minyak mentah ringan biasanya mempunyai gravitasi API lebih besar dari 38 derajat API, sedangkan minyak mentah yang mempunyai gravitasi API lebih kecil dari 22 derajat API disebut sebagai minyak mentah berat.

Berat jenis dan gravitasi API bergerak dalam dua arah berbeda. Gravitasi API bergerak searah dengan kandungan energi per ton, yaitu semakin tinggi gravitasi API, semakin tinggi kandungan energi per ton, sedangkan berat jenis tertentu bergerak searah dengan kandungan energi per satuan volume.

Informasi Spesifik

Kuesioner Minyak IEA memerlukan data minyak yang dilaporkan dalam metrik ton. Oleh karena itu, ahli statistik nasional perlu untuk melakukan konversi data volume menjadi metrik ton.

Ahli statistik nasional harus, sebisa mungkin, mendapatkan informasi dari perusahaan-perusahaan yang melaporkan tentang bagaimana kuantitas minyak mentah dan produk kilang harus dikonversikan dari satuan volume menjadi metrik ton. Hal ini terutama penting untuk beberapa produk kilang berbentuk gas (misalnya gas kilang, etana, LPG) yang harus dinyatakan dalam ukuran massa.

Kerapatan dan nilai kalor bruto dari beberapa produk kilang terpilih dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel berikut ini memperlihatkan contoh konversi dari satuan volume (dalam hal ini dinyatakan dalam barel per hari) menjadi satuan massa (dalam metrik ton) untuk dua bulan berbeda (Januari dan Februari).

Tabel 4.2 • Konversi dari Satuan Volume Menjadi Satuan Massa – Sebuah Contoh

Impor	Data yang dilaporkan dalam barel per hari (volume)	Jumlah hari/bulan	Kerapatan massa/volume (rata-rata)	Faktor konversi volume/massa barrel/ton	Data terkonversi dalam metrik ton (massa)
Minyak Mentah	1020	31	0,13569	1/0,13569=7.37	$(1020 \times 31) / 7,37 = 4290$
Mogas (bensin)	546	28	0,11806	1/0,11806=8.47	$(546 \times 28) / 8,47 = 1805$

Penting

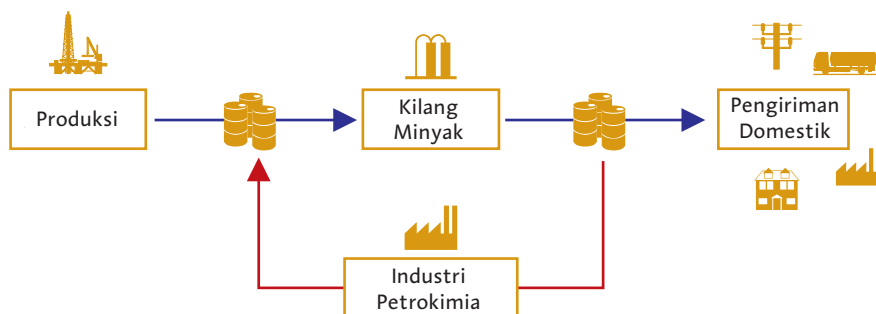
Dalam kuesioner, konversi bahan bakar cair dari satuan volume menjadi satuan massa menggunakan faktor konversi yang sesuai berdasarkan kerapatan aktualnya.

4 Aliran Minyak

Informasi umum

Aliran minyak dari produksi sampai konsumsi final cukup rumit karena rantainya meliputi berbagai komponen. Diagram di bawah ini memberikan gambaran aliran minyak yang disederhanakan, mencakup pasokan ke kilang, pasokan produk akhir (*finished products*) ke pengguna akhir (*end-user*), dan aliran-aliran petrokimia yang berinteraksi dalam proses. Komponen-komponen penting dalam rantai pasokan ini dibahas lebih lanjut di bawah ini.

Gambar 4.1 • Diagram Alir Sederhana untuk Minyak



Produksi produk primer dan sekunder, perdagangan, stok, sektor energi, transformasi, dan konsumsi final merupakan berbagai komponen utama yang harus diketahui agar mendapatkan gambaran lengkap dari aliran minyak di suatu negara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Minyak IEA terdiri dari enam tabel. Masing-masing tabel tentang:

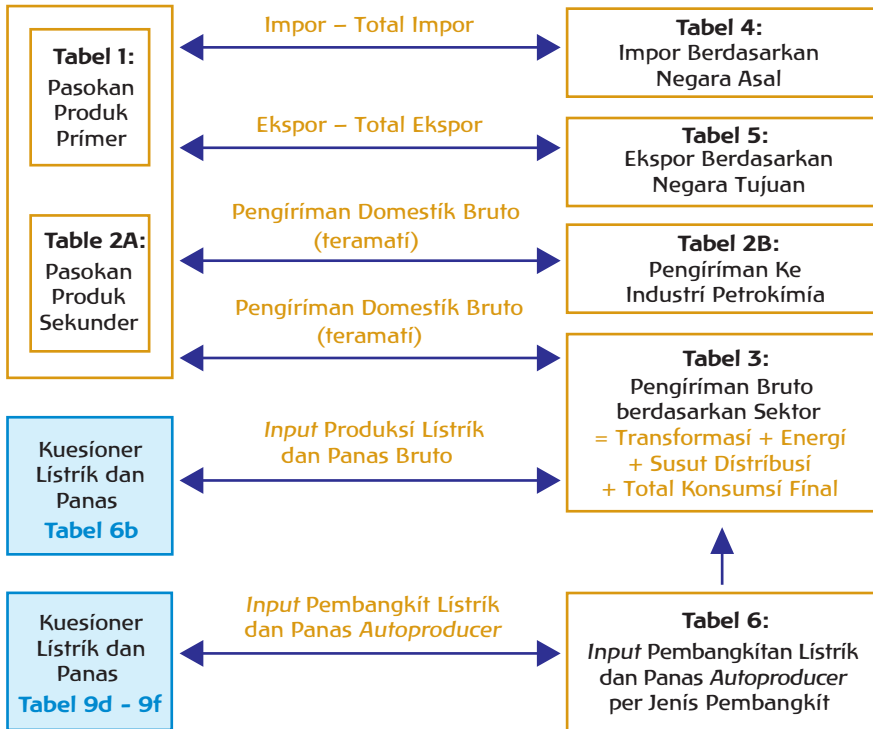
- Tabel 1: Pasokan Minyak Mentah, NGL, Bahan Baku Kilang, Bahan Tambahan dan Hidrokarbon Lainnya
- Tabel 2A: Pasokan Produk Akhir
- Tabel 2B: Pengiriman ke Industri Petrokimia
- Tabel 3: Pengiriman Bruto (*Gross Deliveries*) berdasarkan Sektor
- Tabel 4: Impor Berdasarkan Negara Asal
- Tabel 5: Ekspor berdasarkan Negara Tujuan
- Tabel 6: *Input* ke Pembangkit Listrik dan Panas *Autoproducer*

Penting diingat bahwa angka-angka yang dilaporkan dalam setiap tabel dijumlahkan dengan benar dan bahwa jumlah total di berbagai tabel yang berbeda harus konsisten satu dengan yang lain apabila terdapat hubungan logis. Hubungan antar tabel tersebut diilustrasikan dalam Gambar 4.2.

Jumlah-jumlah berikut ini harus konsisten di antara berbagai tabel:

- Produk-produk yang ditransfer (*Products Transferred*) sebagai bahan baku kilang pada Tabel 1 harus sesuai dengan jumlah dari berbagai produk yang ditransfer pada Tabel 2A. Jumlah dari Pemakaian Langsung (*Direct Use*) di Tabel 1 harus sesuai dengan jumlah dari Penerimaan Produk Primer (*Primary Product Receipts*) di Tabel 2A.
- Impor berdasarkan Negara Asal di Tabel 4 harus dijumlahkan, dan jumlahnya harus dilaporkan di dalam Jumlah Impor di Tabel 1 dan Tabel 2A.
- Ekspor berdasarkan Negara Tujuan pada Tabel 5 harus dijumlahkan, dan jumlahnya harus dilaporkan di dalam Jumlah Ekspor pada Tabel 1 dan Tabel 2A.

Gambar 4.2 • Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Minyak



- Total Pengiriman Domestik Bruto (*Total Gross Inland Deliveries*) di Tabel 2B harus sesuai dengan Jumlah Pengiriman Domestik Bruto (teramati) pada Tabel 2A. Aliran balik (*Backflows*) dari Industri Petrokimia ke Kilang pada Tabel 2B harus sesuai dengan Aliran Balik dari Industri Petrokimia pada Tabel 1.
- Pengiriman Domestik Bruto pada Tabel 3 harus sesuai dengan Pengiriman Domestik Bruto (teramati) dalam Tabel 2A.

Semua minyak yang memasuki kilang harus seimbang dengan total produksi produk kilang bruto ditambah dengan susut (*losses*) kilang yang dilaporkan. Sehingga, rumus berikut ini berlaku untuk memeriksanya:

$$\text{Pasokan Kilang Teramati (Tabel 1)} = \text{Output Kilang Bruto (Tabel 2A)} + \text{Susut Kilang (Tabel 1)}.$$

Disamping itu, di dalam berbagai proses dan kegiatan minyak, terdapat pengelompokan ulang dari produk minyak yang mengakibatkan adanya perubahan nama-nama produk. Misalnya, sejumlah minyak yang diimpor sebagai “minyak diesel (*gas oil*)” mungkin dipakai sebagai “bahan baku (*feedstock*)” dan dilaporkannya menurut nama masing-masing produk di berbagai tabel yang berbeda dalam kuesioner.

Pemeriksaan konsistensi dari jumlah yang dilaporkan dijelaskan di bawah ini. Isu khusus yang mempengaruhi pelaporan dan definisi berbagai aliran juga dijelaskan.

Penting

Harap diingat hubungan antar tabel dalam kuesioner. Hasil beberapa penjumlahan penting harus konsisten.

5 Pasokan Minyak

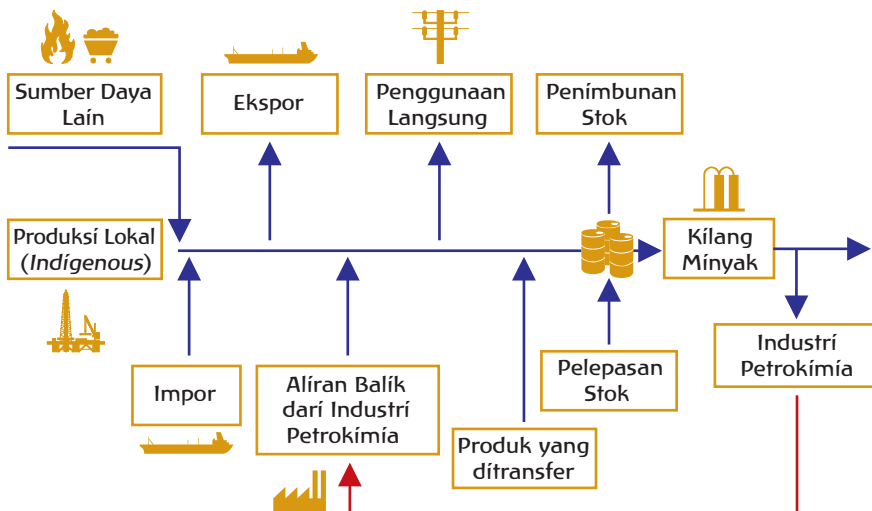
Rantai pasokan minyak cukup kompleks, oleh karena beberapa bahan baku merupakan *input* ke kilang, dan *output* yang diperoleh berupa berbagai jenis produk dengan pemakaian yang beragam. Bahkan, industri petrokimia merupakan kasus khusus dimana produk minyak dipakai sebagai bahan baku dan produk samping minyaknya dikembalikan ke kilang untuk diproses lebih lanjut. Paragraf berikut ini pertama-tama akan menjelaskan tiga bagian dari rantai pasokan tersebut, yaitu: pasokan minyak mentah, pasokan produk akhir, dan aliran dalam industri petrokimia. Informasi tentang perdagangan dan stok yang umum terkait dengan pasokan minyak mentah dan produk akhir disampaikan setelah penjelasan tentang industri petrokimia.

Pasokan minyak mentah, NGL, bahan baku kilang, aditif dan hidrokarbon lainnya

Informasi umum

Diagram alir dari berbagai bahan baku mulai dari produksi sampai *input* kilang diperlihatkan di bawah ini. Diagram alir ini disederhanakan agar dapat memberikan gambaran lengkap dari rantai pasokan untuk minyak mentah, NGL, bahan baku kilang dan *input* lainnya.

Gambar 4.3 • Pasokan Minyak Mentah, NGL, Bahan Baku Kilang, Zat-Zat Aditif, dan Hidrokarbon Lainnya



Beberapa aliran yang digambarkan di atas memerlukan penjelasan lebih lanjut:

Produksi lokal (Indigenous): Sebelum menjelaskan proses produksi minyak mentah, perlu untuk menyebutkan bahwa produksi minyak mempunyai dua arti, tergantung apakah mengarah pada produk primer atau produk sekunder. Untuk produk primer, produksi lokal (indigenous) dari minyak mentah, NGL dan kondensat mengacu pada proses ekstraksi minyak-minyak tersebut dari dalam bumi. Dalam hal produk sekunder, *output* kilang merupakan hasil akhir di kilang atau fasilitas pencampuran (lihat bagian pasokan produk akhir di bawah ini).

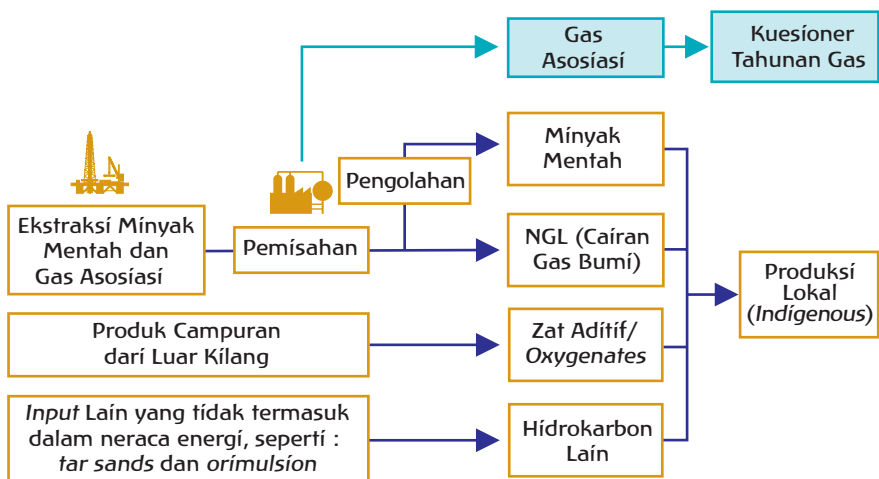
Minyak mentah dapat diproduksi dari berbagai tempat yang berbeda, di lapangan minyak di daratan atau lepas pantai atau dari jenis sumur yang berbeda, bersamaan (*associated*) dengan gas bumi ataupun tidak. Gas apapun yang diambil dari sumur minyak dapat dibakar, dibuang, diinjeksi balik atau merupakan bagian dari produksi gas bumi (lihat Bab 3 - Gas Bumi).

Ketika minyak mentah diproduksi dari sumur, minyak mentah tersebut merupakan campuran dari minyak, air, endapan (sedimen) dan gas-gas terlarut (metana, etana, propana, butana dan pentana). Pada tahap pertama, semua gas dipisahkan dari campuran minyak/air. Gas-gas tersebut diekstraksi karena mempunyai nilai yang lebih tinggi dan lebih siap dipasarkan, seperti propana dan butana yang merupakan LPG. Pada tahap berikutnya, endapan dan zat yang tidak diinginkan akan terbuang dalam fasilitas pengolahan.

Pada sumur daratan, gas-gas dipisahkan di fasilitas pemisahan di kepala sumur (*wellhead*); pada sumur lepas pantai, pemisahan ini melalui separator di anjungan (*platform*). Gas metana akan membentuk unsur gas bumi, sedangkan unsur-unsur lainnya membentuk NGL. Namun demikian, NGL dapat juga diproduksi bersamaan dengan gas bumi.

Minyak mentah sangat beragam; sifat-sifatnya dapat bervariasi sangat luas. Secara ekonomis, karakteristik terpentingnya adalah berat jenis dan kandungan sulfur (belerang), karena keduanya sangat menentukan harga minyak mentah tersebut.

Gambar 4.4 • Diagram Alir Sederhana untuk Produksi Lokal (Indigenous)



Untuk melengkapi neraca pasokan, *input* lainnya seperti zat aditif, *oxygenates* dan hidrokarbon lainnya juga perlu dimasukkan dalam data produksi. Zat aditif dan *oxygenates* merupakan zat-zat (biasanya senyawa non-hidrokarbon) yang ditambahkan ke bahan bakar untuk memperbaiki sifat-sifatnya, misalnya *oxygenates* meningkatkan jumlah oksigen di bensin.

Kategori Hidrokarbon Lain mencakup berbagai produk seperti minyak emulsi (*emulsified oils*), misalnya *orimulsion*, dan juga minyak mentah sintesis dari pasir tar (*tar sands*). Kategori produk ini juga mencakup minyak serpih (*shale oil*), cairan-cairan yang dihasilkan dari proses pencairan batubara, hidrogen dan produk-produk serupa lainnya.

Intake Kilang adalah jumlah minyak (termasuk zat tambahan, *oxygenates* dan hidrokarbon lain) yang telah masuk proses kilang. *Throughput* kilang mengacu pada *intake* tersebut dan *output* produk kilang terkaitnya, yang dijelaskan di bawah ini sebagai *output* kilang bruto yang dalam neraca tertantum pada bagian Pasokan Produk Akhir. Selisih antara *intake* dengan *output* adalah susut yang terjadi dalam proses pengilangan, seperti penguapan selama penyulingan.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Produksi lokal (Indigenous) pada Tabel 1 dalam kuesioner harus mencakup hanya produksi dari minyak mentah, NGL, dan hidrokarbon lain yang siap dipasarkan.

Terdapat beberapa kategori lainnya yang berkontribusi terhadap produksi di dalam pasokan produk ke kilang yang dijabarkan di bawah ini. Untuk penjelasan tentang tingkat dan perubahan perdagangan dan stok, dipersilahkan untuk melihat bagian-bagian berikutnya yang sesuai.

Pasokan dari Sumber Lain: Ini adalah minyak yang produksinya telah tercakup dalam neraca-neraca bahan bakar lain. Misalnya, metanol yang diproduksi dari konversi gas bumi untuk dipakai sebagai komponen bensin, produksi minyak dari pencairan batubara ataupun produksi minyak serpih (*shale oil*) dari serpih minyak (*oil shale*). *Input* dari minyak ini harus dilaporkan sebagai dari sumber-sumber lain dalam Kuesioner Minyak jika produksi bentuk energi primernya telah termasuk dalam neraca-neraca bahan bakar lain. Sebagai contoh, *input* ke pabrik pencairan batubara ada di dalam Sektor Transformasi dari Kuesioner Batubara (Tabel 1), sedangkan minyak sintesis yang dihasilkan dari proses ini dilaporkan pada Sumber-Sumber Lain dari Hidrokarbon Lain di dalam Kuesioner Minyak.

Aliran Balik (Backflows) dari Industri Petrokimia adalah minyak yang dikembalikan ke kilang dari proses-proses dalam industri petrokimia, yang merupakan produk samping hasil proses bahan baku minyak yang dipasok ke perusahaan petrokimia oleh kilang. Kilang dapat memakai aliran balik sebagai bahan bakar atau memasukkannya dalam produk akhir. Jumlah Aliran Balik dari Industri Petrokimia yang dilaporkan pada Tabel 1 harus sama dengan aliran balik yang dilaporkan pada Tabel 2B.

Produk Ditransfer adalah minyak yang diklasifikasi ulang dengan nama lain. Terdapat satu baris yang bersangkutan dengan hal tersebut di Tabel 2A dimana jumlah-jumlah yang ditransfer dilaporkan. Kebutuhan untuk mengklasifikasi ulang timbul ketika produk setengah jadi diimport untuk dipakai sebagai bahan baku kilang dan oleh karena itu muncul di data import yang diperlihatkan di Tabel 2A. Jumlah yang dipakai sebagai bahan baku dicantumkan sebagai kuantitas negatif

di baris Produk Ditransfer dari Tabel 2A dan jumlah total seluruh produk-produk ditransfer kemudian dilaporkan sebagai besaran positif di kolom Bahan-Bahan Baku Kilang dari Tabel 1.

Susut Kilang adalah selisih massa yang muncul antara *throughput* minyak total dari kilang (dilaporkan sebagai *Intake* Kilang Teramati pada Tabel 1) dan jumlah produksi bruto produk-produk akhir (dilaporkan di Tabel 2A). Susut tersebut timbul murni dari susut minyak maupun dari konversi data statistik di kilang menjadi satuan massa.

Pemakaian Langsung adalah jumlah-jumlah yang tidak memasuki kilang akan tetapi langsung dikonsumsi. Adapun “Pemakaian langsung” dari minyak mentah dan/atau NGL di luar kilang juga harus dilaporkan di Tabel 2A sehingga pembuangan berikutnya dapat diperhitungkan. Dalam hal ini, angka apapun yang dimasukkan di bawah Pemakaian Langsung untuk minyak mentah dan NGL harus sama dengan yang ada di Tabel 2A, Penerimaan Produk Primer.

Rumus untuk *Intake* Kilang (Terhitung) adalah jumlah dari produksi, *input* dari sumber-sumber lain, aliran balik, transfer (sebagaimana disebutkan masing-masing di atas), dan jumlah impor dan jumlah perubahan stok, setelah dikurangi ekspor dan pemakaian langsung.

Penting

Produksi lokal (Indigenous) menyangkut produksi dalam negeri yang dapat dipasarkan, termasuk produksi lepas pantai.

Intake Kilang adalah jumlah minyak yang dipakai dalam proses kilang.

Pasokan produk-produk akhir

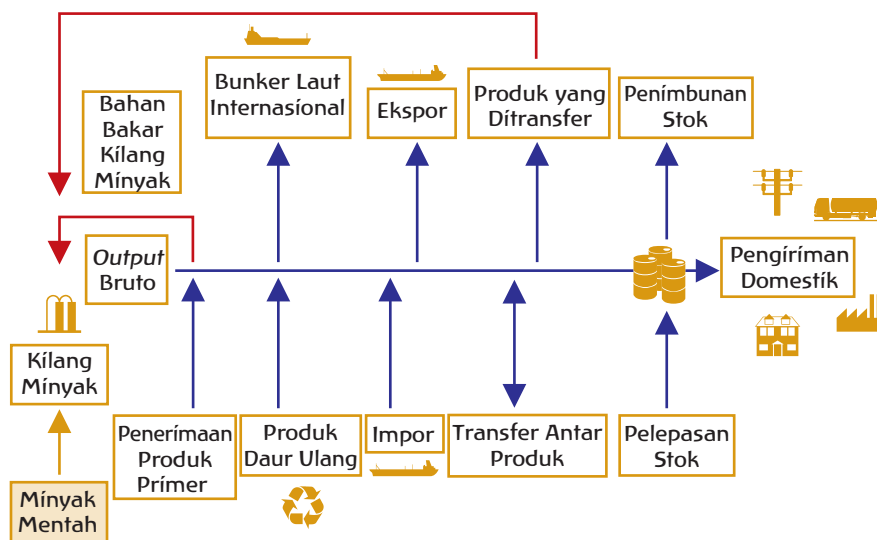
Informasi umum

Diagram aliran minyak yang disederhanakan dari rantai pasokan dari kilang sampai sektor pengguna akhir (*end-user*) diperlihatkan di bawah ini.

Minyak mentah setelah keluar dari bumi merupakan material mentah dengan pemakaian terbatas. Meskipun dapat dipakai langsung sebagai bahan bakar yang dibakar, potensi sebenarnya dari minyak mentah dicapai setelah diproses menjadi sejumlah produk, yang akan bermanfaat untuk tujuan tertentu bagi konsumen akhir (misalnya, bensin untuk transportasi). Tujuan dari pengilangan minyak mentah adalah meningkatkan nilai dari material mentah, karena jumlah produk kilang lebih berharga dari pada bahan baku.

Terdapat banyak proses pengilangan yang dipakai untuk mengolah minyak mentah. Fase dasar pertama dalam proses kilang adalah distilasi. Minyak mentah dipanaskan dan dimasukkan ke dalam sebuah kolom fraksinasi (*fractionating column*) pada tekanan atmosfer, yang hasilnya akan memisahkan minyak mentah menjadi 4-6 bagian besar. Di luar unit distilasi pada tekanan atmosfer adalah unit-unit yang lebih kompleks, dimana setiap produk didistilasi lagi untuk memberikan hasil yang lebih baik dan produk akhir yang lebih tepat. Untuk informasi lebih rinci, silahkan melihat Lampiran 1, Bagian 2.

Gambar 4.5 • Pasokan Produk Akhir



Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Output Kilang dilaporkan pada Tabel 2A. Terdapat sejumlah kategori lain yang berkontribusi terhadap produksi dalam pasokan produk akhir, sebagaimana dijabarkan di bawah ini.

Penerimaan Produk Primer (*Primary product receipts*) adalah baris pada Tabel 2A yang mencatat angka minyak mentah dan NGL sebagaimana dilaporkan pada Tabel 1 Pemakaian Langsung sehingga pembuangannya dapat diperlihatkan. NGL harus diperlihatkan dalam kolom NGL hanya bila dibuang sebagai NGL. NGL dapat dipisahkan menjadi etana dan LPG sebelum dibuang. Bila demikian, gas-gas tersebut dilaporkan sebagai penerimaan produk primer di kolom-kolom yang bersangkutan dan pembuangannya akan dikombinasikan dengan pembuangan gas yang dihasilkan di kilang.

Produk-Produk Kilang Bruto (*gross refinery output of products*) harus mencakup juga pemakaian produk-produk tersebut sebagai bahan bakar di dalam kilang itu sendiri (lihat Bahan Bakar Kilang, di bawah). Apabila angka bahan bakar kilang tersebut dicatat terpisah dan hanya produksi kilang neto yang diberikan, maka pemakaian sebagai bahan bakar kilang harus ditambahkan pada produksi neto untuk mendapatkan angka produksi bruto. Namun masalah yang lebih umum adalah angka produksinya tersedia tetapi angka bahan bakar kilang tidak tersedia. Dalam hal ini, sangat mungkin angka-angka produksinya adalah neto. Ahli statistik kemudian harus memeriksa apakah semua produk kilang yang umum sudah dilaporkan dan jika tidak, perlu diklarifikasi apakah produk yang tidak tercakup adalah bahan bakar yang dipakai pada saat pengoperasian dalam kilang atau tidak, dan selanjutnya dicari perkiraan jumlahnya. Perkiraan besarnya produk yang hilang dan/atau bahan bakar kilang dapat dilakukan dengan membandingkan *Intake* Kilang (Tercatat) pada Tabel 1 dengan total produksi yang dilaporkan.

Produk Daur Ulang (recycled products) adalah produk-produk yang setelah dipakai dikembalikan ke pabrik daur ulang untuk dibersihkan dan diproses ulang. Produk tersebut dimasukkan ke dalam kolom yang sesuai pada baris 3. Terdapat beberapa produk dalam kategori ini. Produk yang paling penting adalah minyak pelumas yang telah dipakai dan dibersihkan kembali untuk dipakai lagi.

Bahan Bakar Kilang (refinery fuels) adalah bahan bakar yang dipakai untuk mendukung operasi kilang dan tidak termasuk pemakaian untuk mengangkut produk ke konsumen. Pemakaian bahan bakar untuk produksi listrik dan panas untuk dijual harus dimasukkan ke dalam angka bahan bakar kilang akan tetapi jumlah tersebut harus juga dilaporkan secara terpisah pada baris-baris bawah dalam Tabel 2A dan di tabel-tabel yang membentuk Tabel 6.

Pemindahan Antar-Produk (Interproduct Transfers) adalah transfer antar produk-produk yang telah di klasifikasi ulang sebagai akibat perubahan kualitas dan juga spesifikasinya. Misalnya, bahan bakar avtur yang telah menurun kualitasnya atau telah rusak dapat diklasifikasi ulang sebagai minyak tanah pemanas (*kerosene*). Jumlah yang ditransfer ditunjukkan dengan tanda negatif di kolom produk minyak awalnya (*avtur*), dan positif di kolom produk minyak penerimanya (*kerosene*). Oleh karena itu, jumlah semua produk pada baris ini harus nol.

Bunker Laut Internasional (International Marine Bunkers) adalah pengiriman minyak ke kapal untuk pemakaian dalam pelayaran internasional (minyak bunker) dan merupakan kasus spesial dari aliran minyak suatu negara. Minyaknya dipakai sebagai bahan bakar kapal dan bukanlah bagian dari muatan. Semua kapal, tanpa memperhatikan negara tempat terdapatnya harus dimasukkan tetapi dengan syarat kapal tersebut harus melakukan pelayaran internasional, yaitu pelabuhan (*port of call*) pertamanya harus di luar negeri. Statistik Bunker Laut Internasional harus mencakup juga bahan bakar yang dikirim ke kapal angkatan laut yang berlayar internasional. Harus diperhatikan bahwa data minyak untuk bunker laut internasional sudah pasti mengikuti definisi yang diberikan di sini, dan mengecualikan minyak bunker yang dipakai kapal penangkap ikan.

Penting

Output kilang harus dilaporkan sebagai kuantitas bruto, termasuk bahan bakar yang dipakai kilang untuk mendukung pengoperasiannya.

Aliran petrokimia

Informasi umum

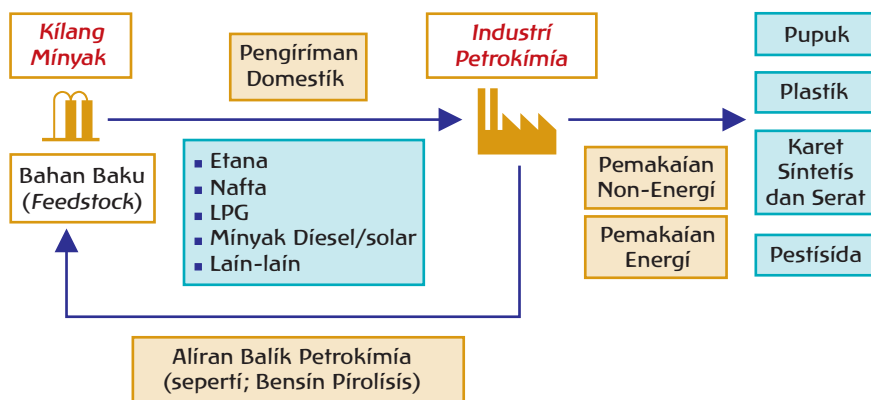
Walaupun pemakaian utama produk kilang adalah karena sifat-sifat energinya, namun terdapat juga sejumlah pemakaiannya sebagai non-energi, terutama di industri petrokimia. Petrokimia adalah bahan kimia terbuat dari produk kilang, dan dipakai sebagai bahan dasar kimia utama dari berbagai produk komersial. Sejak awal berdirinya di tahun 1920an, industri petrokimia sekarang ini sangat beragam,

antara lain memasok bahan mentah untuk pembuatan plastik, serat dan karet sintetis, pupuk, pestisida, deterjen, dan pelarut (*solvents*). Industri yang sangat beragam seperti tekstil, makanan, farmasi, mobil, dan cat juga menggunakan petrokimia. Bahan baku petrokimia dibuat dari sejumlah produk kilang, terutama nafta, LPG dan etana.

Akan tetapi, industri petrokimia tidak hanya terdiri dari sejumlah besar konsumen produk-produk kilang, tetapi juga penghasil produk-produk kilang. Hal ini karena industri tersebut mengekstrak komponen-komponen yang diperlukan untuk produksi petrokimia dan mengembalikan produk sampingannya ke kilang atau ke pasar.

Diagram alir di bawah ini menggambarkan skema aliran antara kilang dan industri petrokimia.

Gambar 4.6 • Pengiriman ke Industri Petrokimia



Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Aliran petrokimia dilaporkan pada Tabel 2B. Rincian dari berbagai aliran tersebut dijelaskan di bawah ini.

Pengiriman Bruto harus merepresentasikan jumlah total setiap produk minyak yang dikirimkan ke perusahaan petrokimia untuk bahan baku. Angka tersebut bukanlah aliran “neto”, sehingga minyak apapun yang dikembalikan ke kilang dari perusahaan petrokimia jangan dikurangkan dari jumlah pengiriman. Bahan bakunya dapat juga mencakup beberapa atau seluruh kebutuhan minyak di proses industri yang memakainya. Namun, tidak mencakup minyak yang dipakai sebagai bahan bakar untuk tujuan umum yang tidak terkait dengan proses.

Pemakaian Energi di Industri Petrokimia harus merupakan jumlah bahan baku minyak yang dikirim dan dipakai sebagai bahan bakar selama prosesnya. Bahan bakarnya merupakan sebagian dari gas produk samping yang diperoleh dari bahan baku minyak selama pemrosesannya. Informasi pemakaian bahan bakar harus disiapkan oleh perusahaan-perusahaan petrokimia yang mungkin dapat tersedia melalui perusahaan pengilangan apabila dalam satu lokasi terdapat gabungan proses pengilangan dengan petrokimia.

Aliran balik (*backflows*) dari industri petrokimia adalah minyak yang dikembalikan ke kilang dari proses dalam industri petrokimia, yang merupakan produk samping dari hasil proses bahan baku minyak yang dipasok ke perusahaan-perusahaan petrokimia oleh kilang. Kilang dapat memakai aliran balik tersebut sebagai bahan bakar atau memasukkannya ke dalam produk akhir.

Penting

Pengiriman bruto ke industri petrokimia adalah produk-produk minyak yang dipakai sebagai bahan mentah di pabrik petrokimia.

Produk-produk yang kembali ke kilang untuk diproses atau dicampur lebih lanjut harus dilaporkan sebagai aliran balik.

Impor dan ekspor

Informasi umum

Satu fakta nyata dari minyak adalah bahwa minyak sering ditemukan di daerah yang jauh dari pasar pemakainya. Dua pertiga dari cadangan minyak mentah terdapat di Timur Tengah atau di Rusia, sementara hampir 90% minyak dari wilayah tersebut dikonsumsi di wilayah lain.

Kondisi inilah yang menyebabkan minyak perlu dikirim dari daerah penghasil ke wilayah pemakai. Karena minyak merupakan jenis energi berbentuk cairan dan mampat, maka, pengangkutannya relatif mudah. Minyak dapat diangkut dengan tanker, pipa, kereta api dan truk, dan terdapat jaringan transportasi luas antara wilayah penghasil dan pemakai.

Informasi yang diperlukan tentang negara asal dan negara tujuan minyak yang diimpor dan diekspor sangat penting artinya. Memang penting bagi satu negara untuk mengetahui kepada negara pengeksport mana mereka tergantung untuk memperoleh pasokan minyak, karena pada saat krisis pasokan ekspor, negara tersebut dapat menentukan berapa banyak minyak yang harus diimpor dari negara pengeksport tersebut. Demikian juga, meskipun tidak terlalu penting, perlu untuk mengetahui tujuan ekspor minyak, sehingga ketika terjadi gangguan, akan terlihat negara pengimpor mana yang terpengaruh.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Angka perdagangan dilaporkan di beberapa tabel dalam kuesioner. Jumlah angka impor dan ekspor dilaporkan sebagai jumlah dalam tabel neraca pasokan; data menurut negara asal dan tujuan dicantumkan pada tabel lainnya.

Jumlah impor dari seluruh negara asal harus sama dengan impor setiap produk yang dilaporkan di tabel pasokan. Demikian juga, jumlah seluruh ekspor menurut negara tujuan harus sama dengan ekspor setiap produk yang dilaporkan di tabel pasokan.

Definisi yang tepat tentang cakupan geografis dari batas wilayah nasional suatu negara yang tercakup dalam Kuesioner Tahunan Minyak dijelaskan di bagian petunjuk pelaporan, di bawah Definisi Geografis.

Suatu kuantitas dianggap sebagai impor atau ekspor apabila sudah melintasi batas nasional suatu negara, terlepas apakah sudah atau belum mendapatkan izin dari pabean.

Minyak mentah dan produk minyak yang diimpor atau diekspor berdasarkan kesepakatan proses pengolahan (misalnya pengilangan berdasarkan pemesanan/*refining on account*) harus diperhitungkan. Pengeksporan kembali minyak yang diimpor untuk diproses di kawasan berikat (*bonded areas*) (atau zona perdagangan bebas/*free-trade zones*) harus dimasukkan sebagai ekspor produk ke tujuan akhir.

Cairan gas (misalnya LPG) yang diekstrak selama gasifikasi ulang (*regasification*) LNG yang diimpor, harus dimasukkan juga sebagai impor di dalam kuesioner ini. Produk kilang yang diimpor atau diekspor langsung oleh industri petrokimia harus dimasukkan sebagai impor atau ekspor negara.

Asal negara impor atau negara tujuan ekspor yang tidak terdaftar secara tersendiri dalam tabel-tabel perdagangan harus dilaporkan di bawah kategori Lain-Lain yang sesuai (Afrika Lain, Timur Jauh Lain, dan sebagainya) seperti terlihat di Lampiran 1 dari Kuesioner Tahunan Minyak. Apabila tidak ada negara asal atau nagara tujuan yang dapat dilaporkan, harus memakai kategori Tidak Ada Spesifikasi Wilayah (*Not Elsewhere Specified*).

Perbedaan statistik mungkin timbul jika impor dan ekspor hanya tersedia dalam bentuk total (dari survei-survei pabean atau kilang) sedangkan uraian geografisnya dibuat berdasarkan sumber informasi berbeda. Dalam hal ini, laporkan perbedaannya di kategori Tidak Ada Spesifikasi Wilayah (*Not Elsewhere Specified*).

Minyak mentah dan NGL harus dilaporkan sebagai energi yang datang dari negara asal/awal (*ultimate origin*); bahan baku kilang dan produk akhir harus dilaporkan sebagai produk yang datang dari negara pengiriman terakhir (*last consignment*). Dalam kedua kasus tersebut, negara dimana minyak dihasilkan adalah yang dilaporkan sebagai negara asal. Untuk minyak primer, yaitu minyak mentah dan NGL, adalah negara dimana ia diproduksi; untuk minyak-minyak sekunder, adalah negara tempat produk tersebut diolah atau diproses.

Data dilaporkan dalam ribuan metrik ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Minyak mentah dan NGL harus dilaporkan sebagai komoditas yang datang dari negara asal/awal (ultimate origin).

Bahan baku kilang dan produk akhir harus dilaporkan sebagai komoditas yang datang dari negara pengiriman terakhir (last consignment).

Tingkat dan perubahan Stok

Informasi umum

Stok minyak merupakan suatu elemen informasi yang penting dari suatu neraca minyak. Stok minyak penting untuk menjaga sistem pasokan dunia tetap beroperasi. Stok memungkinkan keseimbangan antara pasokan dan permintaan; stok dilepas untuk membantu memenuhi kebutuhan ketika terjadi kekurangan pasokan, sedangkan penimbunan stok memungkinkan minyak disimpan ketika pasokan melebihi pemakaian. Jika data stok tidak dimasukkan dalam neraca minyak, akan menyebabkan kurangnya transparansi dalam pasar. Perkembangan tingkat stok sangat penting bagi para analis minyak dalam membuat evaluasi situasi pasar minyak.

Stok merupakan indikator utama dari harga: tingkat stok minyak seringkali menentukan harga, misalnya ketika stok minyak rendah hal ini berarti mungkin terjadi kekurangan atau ada kebutuhan untuk pengisian kembali, yang mengindikasikan harga minyak mungkin meningkat. Sebaliknya, apabila industri dipasok minyak dengan cukup, ada kemungkinan harga akan turun. Oleh karena itu, sangat penting untuk mempunyai informasi tentang situasi stok minyak di dunia.

Informasi tentang stok produk kilang sama pentingnya dengan informasi tentang stok minyak mentah. Misalnya, stok minyak mentah memberikan indikasi tentang ketersediaan minyak mentah untuk kilang di setiap negara, dan oleh karena itu merupakan bukti kesiapan kilang dalam memenuhi pasar domestik. Di lain pihak, informasi tentang stok bensin yang rendah sebelum musim berkendara tinggi, atau stok minyak pemanas yang rendah sebelum musim dingin dapat merupakan tanda peringatan bagi kilang, perusahaan minyak dan pemerintah bahwa tidak saja harga dapat naik, akan tetapi kekurangan dapat terjadi – misalnya masalah minyak untuk pemanas yang dialami di musim gugur pada tahun 2000.

Data tentang stok minyak sangat penting untuk keputusan strategis yang akan dibuat pemerintah atau perusahaan minyak besar. Informasi lengkap dan tepat waktu tentang stok diperlukan untuk membuat suatu perencanaan jangka panjang guna memastikan kecukupan pasokan untuk memenuhi kebutuhan. Pemerintah memerlukan informasi stok secara luas sehingga mereka dapat bereaksi dengan tepat ketika terjadi gangguan pasokan minyak (baik nasional maupun internasional). Stok minyak merupakan elemen informasi kritis dalam neraca minyak.

Stok primer diadakan oleh berbagai perusahaan yang memasok pasar: mulai dari produsen, pengilang sampai pengimpor. Stok tersebut ditampung di *refinery tanks* (tangki kilang), *bulk terminal*, *pipeline tankage*, *barges* (tongkang), dan *coastal tanker* (jika mereka tinggal di negara yang sama), tanker di pelabuhan (jika muatannya dibongkar di pelabuhan) dan di bunker kapal di darat. Selanjutnya, stok yang diadakan untuk tujuan strategis oleh pemerintah (misalnya Cadangan Minyak Strategis Amerika Serikat) atau oleh badan-badan khusus pengelola cadangan penyangga (misalnya EBV di Jerman) dimasukkan dalam kategori stok primer.

Stok sekunder adalah simpanan di fasilitas kecil (fasilitas pemasaran di bawah kapasitas tertentu, misalnya 50 ribu barel di Amerika Serikat, yang menerima produknya dengan kereta api atau truk) dan pengecer.

Stok tersier adalah simpanan yang diadakan oleh sektor pengguna akhir; yang dapat berupa pembangkit listrik, industri atau konsumen di sektor rumah tangga/komersial.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Harap diperhatikan bahwa bila menyebut data stok, istilah primer dan sekunder dapat dipakai dalam konteks yang sedikit berbeda dari ketika membicarakan produk primer dan sekunder sebagaimana disebutkan di atas, di Bagian 1 - Apa itu Minyak?

Kuesioner Tahunan Minyak mengumpulkan data stok primer di wilayah nasional. Stok sekunder dan tersier dan stok yang ada di pipa minyak, tidak dimasukkan. Stok di jaringan pipa tidak dimasukkan oleh karena tidak dapat dipakai, yaitu pipa tidak dapat berfungsi tanpa isinya, yang tersedia hanya jika pipanya dikosongkan.

Stok Minyak dan perubahan stok dilaporkan dalam tabel-tabel neraca pasokan.

Tingkat Stok Pembukaan (*Opening Stock level*) adalah jumlah stok primer di wilayah nasional diukur pada hari pertama tahun yang dilaporkan (1 Januari, kecuali apabila memakai tahun fiskal). Stok Penutupan (*Closing Stock*) adalah jumlah simpanan primer di wilayah nasional diukur pada hari terakhir tahun yang dilaporkan (31 Desember, kecuali apabila memakai tahun fiskal). Perubahan stok (*Stock Change*) dihitung dari tingkat stok pembukaan dikurangi tingkat stok penutupan. Jadi, peningkatan stok diperlihatkan sebagai angka negatif, dan penurunan stok sebagai angka positif.

Penting

Perubahan stok harus merefleksikan perbedaan antara tingkat stok pembukaan dan tingkat stok penutupan dari stok primer yang berada di wilayah nasional.

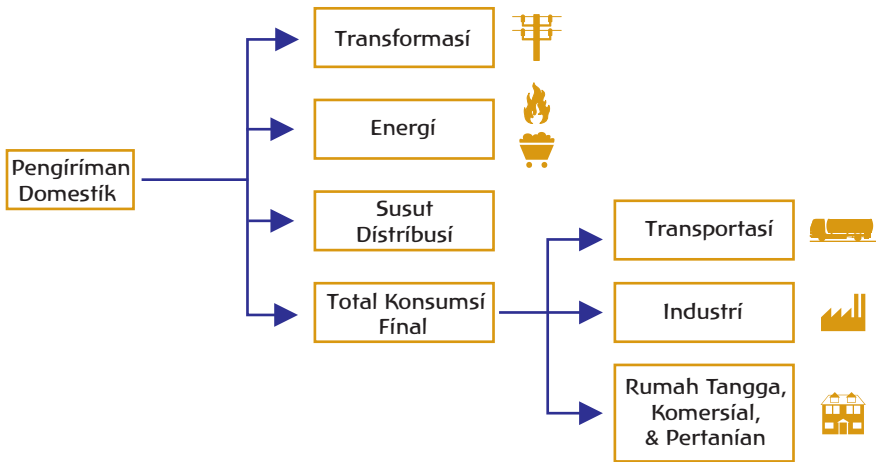
6 Konsumsi Minyak

Produk kilang dikonsumsi di banyak bidang. Yang mudah dikenali adalah pemakaian bensin sebagai bahan bakar mobil dan minyak pemanas untuk memanaskan rumah. Pemakaian yang kurang dikenali adalah pemakaian komponen berbasis petroleum dari plastik, obat-obatan, makanan, dan produk-produk lainnya.

Konsumsi minyak terjadi di sektor-sektor utama berikut ini:

- Dalam sektor transformasi.
- Oleh industri energi di sektor energi.
- Dalam transportasi dan distribusi minyak (meskipun terbatas).
- Dalam berbagai sektor dan cabang dari konsumsi final (industri, rumah tangga, dll.), termasuk pemakain minyak untuk energi dan non-energi.

Gambar 4.7 • Konsumsi Minyak Berdasarkan Sektor



Deskripsi singkat dari sektor-sektor ini diberikan dalam paragraf berikut, dengan menekankan pengaruh kekhususan pengguna akhir pada statistik. Untuk informasi umum, lihat Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 8.

Konsumsi minyak di sektor transformasi

Informasi umum

Kuantitas minyak yang dipakai dalam proses transformasi minyak menjadi bentuk energi lainnya harus dilaporkan dalam sektor transformasi. Kuantitas ini terutama terdiri dari produk minyak yang dibakar untuk menghasilkan listrik atau panas, tetapi mencakup semua konversi produk minyak menjadi bentuk energi lain. Contohnya antara lain adalah pemakaian produk minyak di *coke oven* (dapur kokas), *blast furnace* (tanur tinggi), pemakaian minyak untuk menghasilkan gas di pabrik gasifikasi, atau sebagai material pengikat (*binding materials*) untuk menghasilkan *patent fuel* (bahan bakar paten).

Pemakaian minyak dalam pembangkitan listrik telah mengalami penurunan sejak 1970an. Dari hampir 75% di tahun 1973, *input* minyak untuk pembangkitan listrik telah turun dengan laju 2,4% per tahun, dan saat ini mencapai kurang dari 8% dari pembangkitan listrik dunia.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Pembangkitan Listrik dan Panas: pembangkit listrik dan panas dibagi menurut tujuan utama bisnisnya (publik atau *autoproducer*) dan jenis energi yang dihasilkan (listrik, panas, atau keduanya).

Jumlah total minyak yang dikirim ke pembangkit listrik saja harus dicatat dalam Sektor Transformasi. Pada fasilitas CHP, pemakaian minyak yang dicatat hanyalah yang

dipakai untuk pembangkitan listrik dan pembangkitan panas untuk dijual. Bahan bakar minyak yang dilaporkan sebagai pengiriman ke pembangkit *autoproducer* penghasil panas saja adalah jumlah yang terpakai untuk membangkitkan panas yang hanya untuk dijual saja. Pemakaian minyak untuk menghasilkan panas yang tidak untuk dijual (dipakai sendiri) tetap sebagai angka konsumsi final bahan bakar di sektor yang relevan dari aktivitas ekonominya. Untuk informasi lebih lanjut silahkan lihat Bab 2 - Listrik dan Panas.

Blast Furnace: Laporkan tentang minyak yang diinjeksi ke *blast furnace*. Pemakaian minyak di tempat lain di pabrik besi dan baja atau untuk pemanasan udara dalam *blast furnace* dilaporkan sebagai konsumsi final atau pemakaian di sektor energi. Lihat catatan pada *blast furnace* di Lampiran 1.

Industri Petrokimia: Lihat bagaian di atas tentang aliran petrokimia. Dari sudut pandang ahli statistik, konversi petrokimia dari *input* bahan baku menjadi "aliran balik" yang dikembalikan ke kilang adalah proses konversi bahan bakar minyak. Oleh karena itu, *input* ke proses harus dilaporkan dalam sektor transformasi. Kontribusi berbagai bahan baku berbeda ke aliran balik tidak dapat diketahui dengan pasti dan dengan demikian suatu pendekatan model yang sederhana diadopsi untuk memperkirakan jumlah *input* transformasi.

Untuk menjaga agar angka-angka total pemakaian bahan bakar minyak betul dan untuk menghindari penghitungan ganda (*double counting*), kuantitas yang dilaporkan di sektor transformasi harus dikurangkan terhadap konsumsi final di industri kimia dan petrokimia yang dilaporkan nanti dalam kuesioner.

Penting

Dalam sektor transformasi, hanya laporkan minyak dan produk minyak yang ditransformasikan ke bentuk energi lain.

Konsumsi minyak di sektor energi

Informasi umum

Disamping dipakai di sektor transformasi sebagaimana dijelaskan di atas, produk minyak dapat dipakai oleh industri energi untuk mendukung produksi energi. Misalnya, minyak yang dipakai di tambang batubara untuk mendukung penggalian dan pengadaan batubara di industri penambangan batubara. Dalam hal ini, konsumsi minyak adalah untuk pemanasan, pengoperasian generator, pompa atau kompresor oleh sektor energi untuk mendukung kegiatan ekstraksi dan transformasi.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Laporkan di dalam Sektor Energi jumlah minyak yang dikonsumsi dalam perusahaan pengadaan bahan bakar dan energi dalam arti bahwa minyak tersebut hilang terpakai (menghilang dari perhitungan), bukan muncul setelah ditransformasi

sebagai komoditas energi lain. Minyak dipakai untuk mendukung berbagai kegiatan dalam ekstraksi bahan bakar, konversi atau produksi energi, tetapi tidak masuk ke dalam proses transformasi.

Harap dicatat bahwa jumlah minyak yang ditransformasikan menjadi bentuk energi lain harus dilaporkan dalam Sektor Transformasi. Perhatian harus diberikan untuk membedakan antara minyak yang dipakai untuk pengadaan panas di dalam kegiatan dan yang dipakai untuk transportasi. Bahan bakar transportasi harus dilaporkan di Sektor Transportasi. Jadi, minyak yang dipakai untuk mendukung operasi pipa minyak dan gas harus dilaporkan di Sektor Transportasi.

Untuk kasus *blast furnace*, laporkan hanya jumlah minyak (bila ada) yang dipakai untuk memanaskan udara untuk tanur. Minyak yang diinjeksi ke dalam *blast furnace* harus dilaporkan sebagai pemakaian transformasi.

Penting

Dalam sektor energi, hanya laporkan minyak yang dipakai industri energi untuk mendukung kegiatan ekstraksi dan transformasi.

Susut pengangkutan dan distribusi minyak

Informasi umum

Transportasi dan distribusi produk kilang seringkali meliputi penanganan dan penyimpanan secara berulang-ulang. Terdapat empat moda untuk mengangkut minyak dari sumur ke kilang dan ke konsumen akhir: melalui laut, pipa, kereta api dan jalan. Fasilitas penyimpanan sepanjang jalur transportasi akan memfasilitasi pergerakan produk-produk. Fasilitas tersebut sering ditemui diantara moda transportasi berbeda, seperti pelabuhan dimana tanker dibongkar dan produk kemudian diangkut melalui pipa.

Selama transportasi, terjadi beberapa kemungkinan dimana sejumlah minyak hilang dari aliran pasokan. Contoh paling spektakuler adalah ketika tanker bocor di lautan, seperti pada tahun 1989 ketika hampir 250 ribu barel minyak mentah tumpah di lepas pantai Alaska. Kebocoran pipa, gerbong kereta tergelincir dari rel dan kecelakaan truk tangki juga merupakan sumber susut sepanjang rantai transportasi dan distribusi.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kategori Susut Distribusi (*Distribution Losses*) (Tabel 3) harus mencakup semua susut yang terjadi selama transportasi dan distribusi, termasuk susut pipa.

Jika tidak ada susut distribusi dilaporkan, periksa dengan perusahaan pelapor apakah susut yang dilaporkan belum dimasukkan dalam perbedaan statistik. Apabila terdapat cara tersendiri untuk menentukan susut transportasi dan

distribusi, maka jumlah ini harus dilaporkan dalam kategori yang sesuai dan tidak dimasukkan dalam perbedaan statistik.

Susut dilaporkan dalam ribu ton, nilai yang dilaporkan adalah angka positif.

Penting

Semua kuantitas produk minyak yang hilang selama transportasi dan distribusi harus dilaporkan dalam susut distribusi.

Konsumsi Final

Informasi umum

Konsumsi final mencakup semua energi yang dipakai oleh konsumen akhir dalam sektor transportasi, industri, dan sektor-sektor lain (rumah tangga, komersial, publik, dan pertanian). Konsumsi final tidak memasukkan semua minyak yang dipakai untuk proses transformasi dan/atau pemakaian sendiri dari industri penghasil energi.

Walaupun pangsa minyak dalam pasokan energi total dunia telah terus menurun selama 30 tahun terakhir, namun konsumsi minyak dunia telah mengalami peningkatan selama periode tersebut. Pertumbuhan ini berasal hampir seluruhnya dari kebutuhan energi di sektor transportasi, oleh karena energi alternatif pengganti minyak untuk transportasi terbukti sulit untuk dikembangkan.

Pada saat ini dengan persentase 57%, transportasi menempati porsi terbesar dari konsumsi akhir minyak dunia. Ini merupakan kenaikan dari tingkat persentase pada tahun 1973, dimana sektor transportasi mengonsumsi lebih dari 42% dari total dunia. Sektor industri dan sektor lain telah turun dari masing-masing 26% dan 25%, pada tahun 1973 menjadi sekitar 20% dan 17% pada saat ini.

Data dikumpulkan untuk pemakaian minyak sebagai energi dan non-energi (bahan baku/feedstock) dalam sektor-sektor dan cabang-cabang konsumsi final. Pemakaian paling penting sebagai bahan baku adalah di dalam industri kimia dan petrokimia.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Sektor Transportasi

Angka-angka yang dilaporkan di sini harus terkait dengan pemakaian di dalam kegiatan transportasi itu sendiri, bukan konsumsi oleh perusahaan transportasi untuk tujuan-tujuan non-transportasi. Demikian juga bahan bakar yang dikonsumsi untuk transportasi di industri atau sektor-sektor lainnya harus dianggap konsumsi dalam sektor transportasi dan bukan untuk industri atau aktivitas sektor lainnya.

Penerbangan: Angka-angka untuk jumlah bahan bakar penerbangan yang dikirim ke pesawat terbang harus dibagi diantara penerbangan domestik dan internasional. Pemakaian bahan bakar untuk penerbangan domestik harus mencakup jumlah yang dipakai untuk pesawat militer. Penerbangan internasional didefinisikan seperti

definisi pelayaran samudra internasional. Setiap penerbangan yang pendaratan berikutnya berada di lapangan terbang asing adalah penerbangan internasional. Semua penerbangan lainnya adalah penerbangan domestik.

Transportasi Darat: Laporkan jumlah yang dipakai oleh setiap kendaraan transportasi di jalan umum. Pemakaian *off-road* tidak diperhitungkan.

Kereta Api: Masukkan semua minyak yang dipakai untuk lokomotif diesel baik untuk lalu lintas barang maupun penumpang serta pergerakan lokomotif untuk pengaturan gerbong (*rolling stock management*).

Perairan Pedalaman (Inland Waterways) (navigasi nasional): Laporkan konsumsi minyak di kapal yang dipakai di perairan pedalaman dan untuk pelayaran pantai. Bahan bakar minyak yang dipakai di kapal yang berlayar internasional harus dilaporkan sebagai Bunker Laut Internasional. Minyak yang dikonsumsi oleh kapal ikan harus dilaporkan di bawah Pertanian, Kehutanan dan Perikanan.

Sektor Industri

Definisi cabang-cabang industri yang diperlihatkan di dalam kuesioner dalam bentuk kegiatan ekonomi yang dilakukan diberikan dengan memakai referensi ISIC rev. 3 dan NACE rev. 1. Definisinya diberikan dalam catatan yang menyertai setiap kuesioner tahunan. Sektor industri mencakup cabang konstruksi akan tetapi tidak mencakup industri energi.

Angka-angka yang dilaporkan dalam Sektor Industri untuk konsumsi minyak oleh perusahaan-perusahaan harus mengecualikan jumlah yang dipakai untuk membangkitkan listrik dan panas untuk dijual dan yang untuk transportasi di jalan umum (lihat konsumsi minyak di sektor transportasi dan paragraf di atas tentang Sektor Transportasi).

Kuantitasnya harus mencakup bahan bakar yang dipakai untuk semua tujuan non-energi akan tetapi jumlah non-energi harus juga dilaporkan di Tabel 3 sehingga mereka dapat diidentifikasi secara terpisah.

Sektor-Sektor Lain

Cabang-cabang Sektor-Sektor Lain (komersial, publik, rumah tangga, dan pertanian) biasa terdapat dalam kuesioner tahunan, dan dijelaskan pada Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 8 - Konsumsi Energi Akhir.

Pemakaian Non-Energi

Sejumlah bahan bakar dapat dipakai untuk tujuan non-energi, sebagai bahan baku di sektor-sektor yang berbeda. Ini adalah produk-produk yang tidak dikonsumsi sebagai bahan bakar atau ditransformasikan menjadi bahan bakar lain. Untuk informasi lebih lanjut, silahkan lihat Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 8 yang mengenai Pemakaian Bahan Bakar untuk Non-Energi.

Penting

Konsumsi akhir adalah semua energi yang dikirim ke konsumen akhir dan tidak termasuk transformasi atau pemakaian-pemakaian di industri penghasil energi.

7 Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Minyak

Input untuk autoproduction (produksi untuk kepentingan sendiri)

Informasi umum

Dengan meningkatnya kepentingan masalah lingkungan, menjadi penting untuk mengidentifikasi konsumsi bahan bakar total dalam setiap industri dan sektor pemakai lainnya, sehingga untuk setiap sektor cara-cara yang sesuai dapat dikembangkan untuk menghemat energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Untuk informasi umum dan definisi untuk *autoproducer*, silahkan lihat Bab 2 - Listrik dan Panas, Bagian 1.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input ke autoproducer listrik dan panas dilaporkan di Tabel 6.

Tabel ini memberikan informasi tentang bahan bakar minyak yang dipakai oleh *autoproducer* listrik dan panas untuk dijual menurut kegiatan ekonomi pokok yang mereka lakukan. Tabel ini dipisahkan menjadi tiga bagian menurut tiga macam pembangkit yang dikenal: listrik saja, CHP, dan panas saja. Datanya dipakai untuk menelusuri *input* bahan bakar dan *output* listrik dan panas oleh *autoproducer* sebagai bagian dari usaha PBB untuk memahami emisi CO₂.

Dalam hal fasilitas CHP, pelaporan angka-angka terpisah untuk jumlah bahan bakar yang dipakai untuk membangkitkan listrik dan panas memerlukan metode untuk membagi pemakaian bahan bakar total di antara kedua *output* energi. Pembagian ini diperlukan bahkan apabila tidak ada panas yang dijual oleh karena bahan bakar yang dipakai untuk pembangkitan listrik harus dilaporkan di Sektor Transformasi. Metoda yang diusulkan dijelaskan pada Lampiran 1, Bagian 1 dari Buku Manual ini, dan harus diikuti secara cermat.

Harap dicatat bahwa jumlah-jumlah total yang dilaporkan di tabel ini harus sama dengan total masing-masing yang dilaporkan di Sektor Transformasi (Tabel 3). Harap dicatat juga bahwa tabel serupa disertakan dengan Kuesioner Listrik dan Panas. Untuk menghindari tidak konsistennya data dalam pelaporan, harap menghubungi pihak yang bertanggung jawab untuk menyelesaikan Kuesioner Listrik dan Panas di negara anda.

Penting

Laporkan minyak yang dipakai oleh pembangkit autoproducer sebagai input untuk produksi listrik dan panas (dijual) di masing-masing sektor.

Bahan Bakar Fosil Padat & Gas Hasil Proses



1 Apa Itu Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses?

Informasi umum

Bahan bakar padat dan gas hasil proses (*solid fuel and manufactured gases*) mencakup berbagai jenis batubara dan produk-produk yang dihasilkan dari batubara. Secara konvensi, sebagian besar organisasi yang mengelola statistik energi cenderung untuk mengelompokkan bahan bakar energi terbarukan padat, seperti kayubakar dan briket arang, ke dalam pelaporan dan pemrosesan energi terbarukan. Oleh karena itu, bahan bakar terbarukan padat tidak akan dicakup dalam bab ini tetapi dalam Bab 6 - Energi Terbarukan dan Limbah.

Batubara primer adalah salah satu bahan bakar fosil yang bentuknya seperti batu hitam atau coklat dan terdiri dari unsur-unsur tanaman terkarbonisasi. Semakin tinggi kandungan karbon dalam batubara, semakin tinggi juga ranking atau kualitasnya. Jenis-jenis batubara dapat dibedakan berdasarkan ciri fisik dan kimiawinya. Ciri-ciri ini menentukan harga batubara tersebut dan kecocokan pemakaiannya. Semua produk batubara primer yang dibahas dalam bab ini adalah bahan bakar padat. Namun, bab ini juga membahas gambut, yang merupakan energi primer dengan ciri-ciri serupa dengan batubara.

Bahan bakar turunan batubara meliputi bahan bakar padat dan gas yang diproduksi selama memproses batubara dan yang dihasilkan melalui transformasi batubara. Penjelasan lebih rinci mengenai produk-produk turunan batubara serta peralatan yang digunakan dalam produksinya tercantum dalam Lampiran 1 – Proses Konversi Bahan Bakar dan Produksi Energi.

Ada tiga kategori utama dari batubara: batubara tua (*hard coal*), batubara sub-bituminus, dan batubara muda (*brown coal*) yang disebut juga sebagai lignit. Batubara tua mengacu pada batubara dengan nilai kalor bruto (*Gross Calorific Value-GCV*) lebih besar dari 23865 kJ/kg; yang mencakup dua sub-kategori, yaitu batubara kokas yang digunakan pada *blast furnace* (tanur tinggi) dan batubara bituminus lain dan antrasit yang digunakan untuk pemanasan ruang (*space heating*) dan produksi uap (karenanya sub-kategori ini disebut batubara uap/*steam coal*). Lignit atau batubara muda merupakan batubara non-aglomerat dengan GCV kurang dari 17435 kJ/kg. Batubara sub-bituminus mencakup batubara non-aglomerat yang GCVnya berada diantara kedua kategori tersebut.

Produk sekunder atau bentuk turunan batubara meliputi *patent fuel* (bahan bakar paten), briket batubara (BKB dan briket gambut), *gas coke* (kokas gas) dan kokas *coke-oven* (dapur kokas), gas kilang-gas (*gas-works gas*) dan gas *coke-oven*, gas *blast-furnace* (tanur tinggi) dan gas *basic oxygen steel-furnace* (tanur baja oksigen basa).

Sejak 30 tahun terakhir ini, pangsa batubara terhadap total pasokan energi primer (TPES) global stabil sekitar 25%, yang mengakibatkan peningkatan sebesar 56% dibanding pasokan tahun 1973. Hal yang sangat menarik adalah konsumsi batubara untuk produksi listrik meningkat secara drastis, melebihi 250%, sedangkan konsumsi dari sektor rumah tangga menurun sebesar 65%. Dengan kata lain, batubara dewasa ini terutama digunakan untuk produksi listrik dan dalam jumlah yang kecil untuk sektor industri.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses IEA biasa dikenal dengan Kuesioner Batubara, karena mencakup berbagai jenis batubara dan beberapa produk turunannya.

Kuesioner ini meliputi bahan bakar fosil dan gas hasil proses yang terbagi menjadi produk primer dan produk turunan. Lebih lanjut mereka muncul dalam dua kategori fisik berbeda, sebagaimana terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.1 • Produk Batubara Primer dan Turunannya

PRODUK BATUBARA PRIMER	Batubara kokas	BAHAN BAKAR FOSIL PADAT
	Batubara bituminus lain dan antrasit	
	Batubara sub-bituminus	
	Lignit/batubara muda	
	Gambut	
BAHAN BAKAR TURUNAN	<i>Patent fuel</i> (Bahan bakar paten)	GAS HASIL PROSES (MANUFACTURED GAS)
	Kokas coke-oven (dapur kokas)	
	Gas coke (kokas gas)	
	Briket	
	Gas kilang gas (<i>Gas-works gas</i>)	
	Gas coke-oven (dapur kokas)	
	Gas <i>blast-furnace</i> (tanur tinggi)	
	Gas <i>basic oxygen steel-furnace</i> (tanur baja oksigen basa)	

Untuk definisi rinci dan karakteristik bahan bakar, dapat dilihat pada definisi produk di Lampiran 2.

Perlu diperhatikan bahwa Kuesioner Batubara meliputi batubara yang diproduksi dari tambang terbuka (*opencast/surface*) dan tambang tertutup (*deep-mine/underground*) yang beroperasi, disamping juga batubara yang diperoleh dari tumpukan limbah tambang (*mine waste piles*), kolam (bak) pengendapan larutan hasil proses persiapan (*preparation plant slurry ponds*) dan akumulasi limbah lainnya. Meliputi juga gambut hasil proses pemotongan gambut (*peat cutting*) atau hasil panen.

Karena batubara diklasifikasi dengan bermacam cara, sering terjadi kebingungan dalam melakukan klasifikasi batubara primer, terutama yang berhubungan dengan lignit/batubara muda dan batubara sub-bituminus. Menurut kandungan

energinya, batubara sub-bituminus adalah suatu kategori yang tumpang tindih dengan batubara tua dan batubara muda. Batubara non-aglomerat yang sangat mudah terbang (*volatile*) yang kandungan energinya berkisar antara 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg) dan 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) harus dilaporkan sebagai batubara sub-bituminus walaupun klasifikasi tersebut berbeda dari standard yang biasa berlaku pada tingkat nasional. Lebih lanjut, batubara sub-bituminus dimasukkan dalam kategori “batubara tua” dan “lignit/batubara muda” oleh berbagai institusi internasional yang mengumpulkan data statistik. Pada umumnya, batubara sub-bituminus dengan kandungan energi di atas 18600 kJ/kg (4440 kcal/kg) dianggap sebagai batubara tua, sedangkan yang di bawah nilai tersebut dianggap sebagai lignit/batubara muda.

Walaupun Kuesioner Batubara mengacu pada bahan bakar “padat”, perlu diperhatikan bahwa hanya data statistik bahan bakar fosil padat yang dilaporkan pada kuesioner ini. Kayu bakar dan bahan bakar padat maupun limbah yang terurai alami (*biodegradable*) ataupun yang tidak terurai alami (*non-biodegradable*), seperti plastik, limbah kayu, arang kayu, dan tanaman energi biomassa harus dilaporkan pada Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah. Sangatlah penting untuk diingat bahwa energi terbarukan dan limbah yang dibakar bersama dengan batubara dan produk batubara dilaporkan secara terpisah pada Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah. Ahli statistik harus mengetahui bahwa pada sektor transformasi, energi *input* dan energi *output* yang berasal dari bagian terbarukan/limbah dari energi perlu diperhitungkan.

Kuesioner Batubara meliputi batubara dan produknya yang diproses pada pabrik *patent fuel* dan BKB (briket batubara coklat), *coke-oven*, *blast furnace*, dan *basic oxygen steel furnace*. Semua *input* dan produksi di setiap rantai produk perlu dilaporkan pada Kuesioner Batubara dan kuesioner terkait lainnya. Sebagai contoh, *input* batubara kokas ke *coke oven* secara langsung terkait dengan produksi kokas *coke-oven* dan gas *coke-oven* pada Kuesioner Batubara. *Input* batubara bituminus lain dan antrasit serta lignit/batubara muda dan gambut ke pabrik *patent fuel* dan BKB harus lebih lanjut dilaporkan pada Kuesioner Batubara sebagai produksi dan konsumsi dari bahan bakar turunan, “*patent fuel*” dan “BKB”. Hubungan demikian berlaku pada semua produk sekunder yang berasal dari *input* energi primer.

Penting

Kuesioner Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses tidak hanya meliputi batubara primer, tetapi juga bahan bakar padat turunan dan gas hasil proses.

Bahan bakar fosil padat tidak termasuk biomassa dan limbah padat (kayu bakar, arang, dan plastik) yang harus dilaporkan pada Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah.

Saat melaporkan produk turunan bahan bakar padat dan gas hasil proses, sangat penting untuk melaporkan produksi dan konsumsi dalam rantai produk turunan bila inputnya ke proses dilaporkan dalam rantai produk primer.

2 Satuan Apa yang Digunakan Untuk Bahan Bakar Padat dan Gas Hasil Proses?

Informasi umum

Bahan bakar padat biasanya diukur dalam satuan massa (ton, ribu ton, dll.). Kuantitas yang dilaporkan harus dalam basis “sebagaimana diterima”, yaitu menggunakan kadar kelembapan dan abu dari produk pada titik penerimaan.

Dalam beberapa laporan teknis, data batubara dapat juga dinyatakan dalam ton setara batubara (tce). Ton setara batubara bukan suatu satuan massa, melainkan suatu satuan energi yang digunakan secara lebih luas di industri batubara internasional untuk membuat perbandingan berbagai macam bahan bakar. Satu ton setara batubara didefinisikan sebagai 7 juta kilokalori. Hubungan antara ton setara minyak (toe) dengan ton setara batubara adalah $1 \text{ tce} = 0.7 \text{ toe}$.

Gas hasil proses dapat diukur dalam beberapa satuan: baik menurut kandungan energi (juga disebut sebagai panas) maupun volume.

Untuk setiap ukuran-ukuran tersebut, beberapa satuan digunakan pada industri gas bumi:

- Untuk mengukur energi, dapat digunakan joule, kalori, kWh, Btu, atau *therms*.
- Untuk mengukur volume, satuan yang paling sering digunakan adalah meter kubik atau kaki kubik.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Satuan yang diterapkan pada kuesioner untuk bahan bakar fosil padat adalah ribu metrik ton. Ketika satuan massa lain digunakan, data perlu dikonversi ke metrik ton dengan menggunakan faktor konversi sebagaimana tercantum pada Lampiran 3.

Kuantitas untuk gas harus dinyatakan menurut kandungan energi (panas) dan dilaporkan dalam terajoule (TJ). Kandungan energi dapat dihitung dari volume yang diukur oleh perusahaan yang menyiapkan data atau oleh ahli statistik dengan menggunakan nilai kalor bruto dari gas. Pemakaian nilai kalor bruto terutama penting untuk gas-gas *gas-works* dan *coke-ovens* dimana ada perbedaan antara nilai kalor bruto dan neto. Perbedaan nilai kalor bruto dengan neto sangat kecil untuk gas *blast-furnace* dengan gas *basic oxygen steel-furnace*, sehingga nilai kalor bruto dapat dipakai bila tersedia, tetapi nilai kalor neto dapat dipakai bila yang bruto tidak tersedia.

Sebagai informasi, kandungan panas neto dari gas dapat dihitung dari kandungan panas bruto dengan menggunakan faktor berikut:

Tabel 5.2 • Perbedaan antara Nilai Kalor Bruto dengan Neto

Gas	Rasio bruto terhadap neto
Gas kilang gas (<i>gas-work gas</i>)	0.9
Gas <i>coke-oven</i>	0.9
Gas <i>blast-furnace</i>	1.0
Gas <i>basic oxygen steel-furnace</i>	1.0

Penting

Data bahan bakar padat dilaporkan dalam ribu metrik ton. Kuantitas dari gas dinyatakan dalam kandungan energi (panas) bruto dan dilaporkan dalam terajoule (TJ).

3

Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Massa dan Volume ke Satuan Energi?

Informasi umum

Berhubung nilai kalor untuk berbagai bahan bakar fosil padat dapat sangat bervariasi dari satu produk ke produk lainnya (misalnya, lebih dari 23865 kJ/kg untuk batubara tua dan lebih kecil dari 17435 kJ/kg batubara muda), maka sewaktu penyerahan kuesioner jenis bahan bakar padat dalam satuan massa perlu dilengkapi dengan nilai kalorinya masing-masing. Nilai kalor sangat kritis karena digunakan untuk berbagai keperluan: menyusun neraca energi, menghitung estimasi emisi CO₂, dan mengecek efisiensi termal dari *input* dan *output* yang dilaporkan pada sektor transformasi.

Konversi ke satuan energi biasanya menggunakan nilai kalor bruto beberapa produk tersebut. Setiap produk mungkin memiliki nilai kalor bruto yang berbeda, dan untuk setiap produk, aliran yang berbeda (misalnya, produksi, impor, pemakaian pada listrik publik) dapat memiliki nilai yang berbeda juga. Lebih lanjut, nilai kalor dapat berubah dari waktu ke waktu bersamaan dengan perubahan proses dan/atau teknologi. Perlu dilakukan konsultasi dengan instansi yang melapor dan ahli-ahli lain untuk menghitung nilai kalor produk hasil proses masing-masing negara.

Dalam hal gas hasil proses, metode pengukuran dan penghitungan gas-gas tersebut yang paling umum digunakan adalah dengan volume (misalnya meter kubik). Namun, seringkali yang menjadi perhatian pemakai adalah kandungan energi, bukan volume. Akibatnya, untuk suatu studi energi, lebih penting menyatakan aliran dari gas hasil proses dalam satuan energi daripada dalam satuan volume. Bab 3 - Gas Bumi menjelaskan dengan lebih rinci bagaimana melakukan konversi dari satuan volume ke satuan energi yang berkaitan dengan gas (Bagian 2).

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

- **Bahan bakar fosil padat**

Kuesioner Batubara memerlukan data bahan bakar fosil padat untuk dilaporkan dalam metrik ton. Kuesioner tersebut juga memerlukan nilai kalor bruto dan nilai kalor neto untuk setiap jenis bahan bakar padat yang dilaporkan.

Nilai kalor harus dilaporkan dalam satuan megajoule per ton (MJ/t). Secara ideal, nilai kalor tersebut dilaporkan oleh penyedia data. Sebagai alternatif, dapat dihitung oleh ahli statistik yang berkonsultasi langsung dengan penyedia data serta para ahli bahan bakar padat dan gas hasil proses yang familiar dengan portofolio energi masing-masing negara. Sebagai solusi terakhir, ahli statistik dapat mengacu pada Lampiran 3 – Satuan dan Kesetaraan Konversi dan menggunakan kisaran untuk setiap produk untuk mendapat nilai kalor hasil hitungannya. Namun, perlu berkonsultasi dengan penyedia data dan ahli-ahli lain dari produk bahan bakar fosil padat suatu negara untuk mendapatkan nilai kalornya.

Dalam kasus-kasus dimana data diberikan kepada administrasi nasional dalam satuan energi, satuan massa dapat dihitung dengan melakukan konversi satuan energi ke satuan gigajoule, lalu membagi satuan energi tersebut dengan nilai kalor bruto yang diberikan dalam megajoule per ton. Hasil pembagian tersebut adalah massa, dalam ribu ton, dari produk “sebagaimana diterima” yang masih mengandung kelembapan.

■ Gas hasil proses

Untuk melakukan konversi gas hasil proses dari satuan volume ke satuan energi (terajoule sebagaimana dipakai pada Kuesioner Batubara), digunakan nilai kalor bruto per satuan volume untuk setiap aliran produk. Nilai kalor bruto per satuan volume harus dikalikan dengan total volume agar diperoleh kandungan total energi bruto dalam terajoule (TJ).

Penting

Laporkan baik nilai kalor bruto maupun neto dari bahan bakar fosil padat.

Laporkan gas hasil proses dalam nilai kalor bruto dengan menggunakan nilai kalor jenis produknya apabila tersedia.

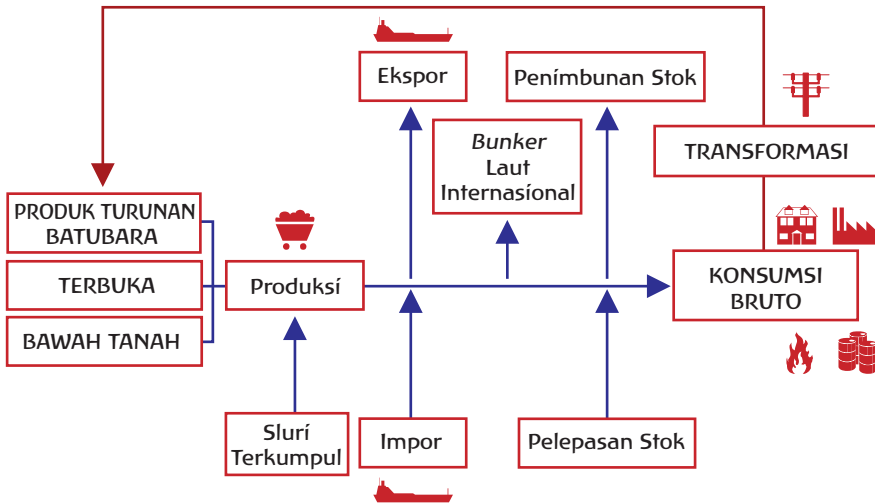
4 Aliran Batubara

Informasi umum

Diagram alir dari produksi ke konsumsi ditunjukkan pada Gambar 5.1. Diagram alir ini disederhanakan untuk memberikan gambaran menyeluruh dari rantai pasokan.

Produksi, perdagangan, stok, sektor energi, transformasi, dan konsumsi final merupakan komponen-komponen utama yang harus diketahui agar memiliki suatu gambaran yang komprehensif mengenai aliran bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses dalam suatu negara. Perincian dalam pelaporan tergantung pada pemakaian informasi.

Gambar 5.1 • Diagram Alir Sederhana untuk Batubara



Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Batubara IEA terdiri dari enam tabel. Sifat setiap tabel adalah sebagai berikut:

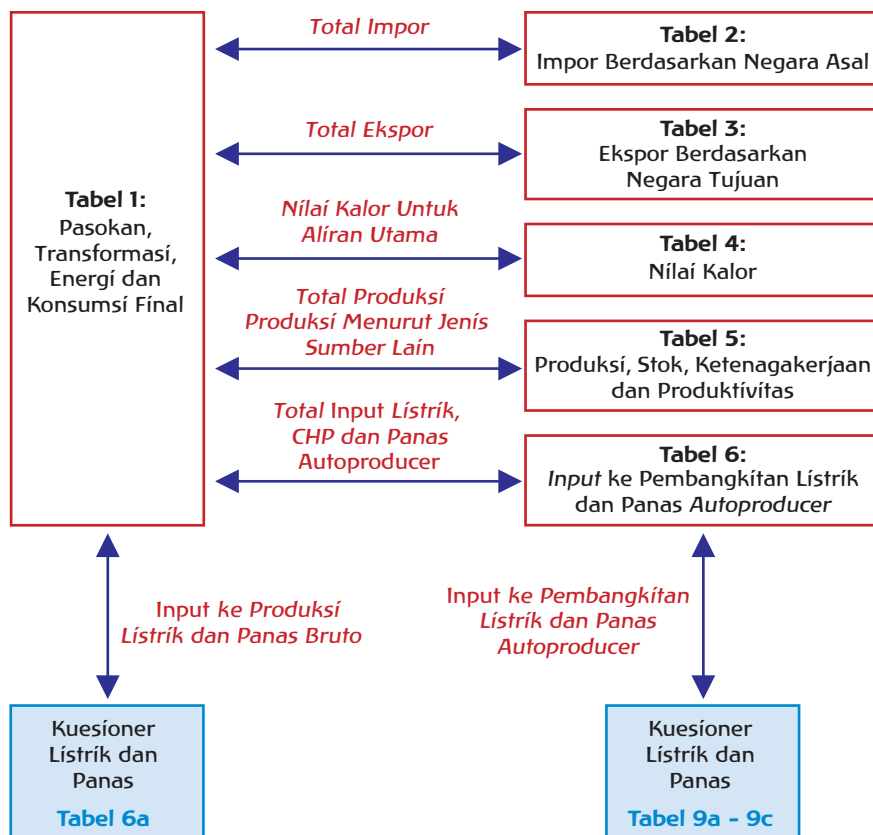
- Tabel 1: Pasokan dan Sektor Transformasi, Sektor Energi dan Konsumsi Final, Pengguna Akhir Energi (non-energi, industri, transpor, dan sektor-sektor lainnya)
- Tabel 2: Impor berdasarkan Negara Asal
- Tabel 3: Ekspor berdasarkan Negara Tujuan
- Tabel 4: Nilai Kalor
- Tabel 5: Produksi, Stok, Ketenagakerjaan, dan Produktivitas Buruh di Tambang Batubara
- Tabel 6 Pasokan ke Pembangkitan Listrik dan Panas *Autoproducer*

Penting untuk diingat bahwa angka-angka yang dilaporkan pada setiap tabel harus ditotal dengan benar dan total pada berbagai tabel harus konsisten apabila terdapat keterkaitan diantara tabel-tabel tersebut. Hubungan-hubungan diantara tabel-tabel tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Angka total di bawah ini harus konsisten diantara berbagai tabel:

- Impor berdasarkan Negara Asal pada Tabel 2 harus dijumlahkan, dan jumlahnya harus sama dengan nilai untuk Total Impor pada Tabel 1
- Ekspor berdasarkan Negara Tujuan pada Tabel 3 harus dijumlahkan, dan jumlahnya harus sama dengan nilai untuk Total Ekspor pada Tabel 1.

Gambar 5.2 • Hubungan Tabel - Tabel dalam Kuesioner Batubara



- Produksi menurut jenis produksi pada Tabel 5 – tambang bawah tanah, tambang terbuka dan sluri terkumpul / *recovered slurry* (sumber lain) – untuk setiap kategori harus dijumlahkan dan jumlahnya harus sama dengan jumlah komponen dari setiap kategori batubara yang dilaporkan pada Tabel 1.
- *Input* ke Pembangkitan Listrik dan Panas *Autoproducer* pada Tabel 6 harus sama dengan *input* ke setiap kategori pembangkit *autoproducer* (listrik-saja, CHP, dan panas-saja) yang dilaporkan dalam sektor Transformasi Tabel 1.

Penting

Perlu diingat keterkaitan internal antara tabel-tabel dalam kuesioner.

Semua jumlah total utama harus konsisten.

5 Pasokan Batubara

Sebagaimana didefinisikan pada Bagian 9 dari Bab 1- Pedoman Dasar, pasokan meliputi produksi, perdagangan dan perubahan stok. Masing-masing komponen tersebut diuraikan pada paragraf-paragraf berikut ini.

Produksi

Informasi umum

Sebagian besar produksi batubara adalah dari tambang bawah tanah atau tambang terbuka. Ada sebagian produksi juga dapat berasal dari pengumpulan kembali batubara dari tumpukan limbah tambang, kolam sluri dan sumber lainnya yang dihasilkan dari penambangan konvensional pada tahun-tahun sebelumnya.

Sebagai akibatnya, produksi primer batubara biasanya dibagi menjadi tiga sub-kategori: bawah tanah, terbuka, dan pengumpulan kembali (*recovery*). Sub-kategori terakhir meliputi perolehan dari sluri, amang (*middlings*) dan produk-produk batubara mutu rendah lain yang tidak dapat diklasifikasikan menurut jenis batubara; meliputi juga batubara yang dikumpulkan kembali dari tumpukan atau timbunan limbah dan yang belum dimasukkan sebagai produksi pada tahun-tahun yang lalu.

Produksi gambut yang dimaksud hanyalah kuantitas yang dipakai sebagai bahan bakar. Kuantitas untuk pemakaian lainnya tidak diperhitungkan di sini.

Produksi berbagai produk turunan batubara (bentuk padat maupun bentuk gas) terjadi pada berbagai fasilitas di permukaan tanah, atau dapat berupa hasil dari transfer suatu produk dari lokasi tambang lainnya. Oleh karena itu, perbedaan antara “bawah tanah” dengan “terbuka” tidak berlaku untuk produk turunan batubara. Fasilitas-fasilitas tersebut biasanya terletak bersebelahan dengan tambang primer batubara (pabrik *patent fuel*, BKB dan kilang gas), atau bersebelahan dengan pabrik baja terintegrasi yang mengonsumsi batubara (*coke oven*, *blast furnace*, dll.)

Kuantitas yang dilaporkan merupakan jumlah yang diekstraksi atau diproduksi, setelah proses apapun untuk menghilangkan zat lembam (*inert matter*). Pada industri penambangan batubara, hal ini lebih dikenal dengan produksi “bersih” atau “dapat dijual”. Produksi tersebut meliputi kuantitas yang dikonsumsi produsen dalam proses-proses produksi (misalnya untuk pemanasan atau operasi peralatan dan alat bantu) disamping pasokan pada produsen energi lainnya untuk transformasi dan pemakaian lainnya.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Produksi dilaporkan pada dua tempat, yaitu Tabel 1 tentang Pasokan dan Tabel 5 tentang Produksi, Stok, Ketenagakerjaan dan Produktivitas buruh pada Tambang Batubara.

Pada Tabel 1, untuk produk primer (kecuali gambut), produksi lokal (*indigenous*) dilaporkan secara terpisah untuk produksi bawah tanah dan produksi terbuka. Tidak ada rincian produksi terbuka dan bawah tanah yang harus dilaporkan untuk bahan bakar turunan batubara dan gambut.

Sluri terkumpul (sumber lain) mengacu pada produksi sluri hasil pengumpulan kembali untuk produk-produk primer batubara dan pada produksi dari sumber-

sumber lain untuk bahan bakar turunan. Apabila gas hasil proses diproduksi sebagai aktivitas utama pabrik, maka dilaporkan sebagai produksi; jika gas hasil proses diproduksi dengan cara mencampur gas-gas yang dihasilkan dari hasil aktivitas lain atau dari pengolahan (*cracking*) gas alam atau minyak, harus dilaporkan sebagai produksi dari sumber-sumber lain.

Data harus dilaporkan sebagai produksi lokal (*indigenous*), produksi bawah tanah, produksi terbuka atau sluri terkumpul (produksi dari sumber lain) menurut jenis bahan bakar dan metoda produksi.

Tabel 5, hanya melaporkan data yang digabung menjadi batubara tua dan batubara muda.

Data harus dilaporkan dalam ribu ton untuk semua bahan bakar fosil padat dan dalam terajoule untuk semua gas hasil proses. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Laporkan kuantitas bahan bakar yang diproduksi, yang dihitung setelah proses penghilangan zat lembam (*inert matter*).

Impor dan Ekspor

Informasi umum

Dibandingkan dengan bahan bakar lain, batubara merupakan produk yang mudah diangkut melampaui jarak jauh dengan kapal ataupun kereta api. Sebagai akibatnya, perdagangan batubara telah dikembangkan dari negara produsen ke negara konsumen.

Pangsa batubara tua dalam total konsumsi batubara dunia adalah sekitar 20%; pangsa tersebut bahkan akan mencapai 35% sampai 40% dari total konsumsi batubara kokas.

Karena signifikannya tingkat perdagangan batubara, sangatlah penting bagi suatu negara untuk mengetahui tidak hanya kuantitas impor dan ekspor, tetapi juga negara asal dan tujuan dari impor dan ekspor tersebut. Informasi terinci tersebut harus tersedia bagi produk-produk yang perdagangannya sangat signifikan, yaitu batubara kokas, bituminus lain dan antrasit, batubara sub-bituminus, batubara lignit/batubara muda, kokas coke-oven dan briket batubara.

Untuk produk-produk batubara lain (terutama gas hasil proses dan gambut), jumlah impor dan ekspor biasanya sangat terbatas; sehingga tidak perlu dirinci lebih lanjut menurut negara asal dan tujuan produk-produk tersebut.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Total perdagangan dilaporkan pada Tabel 1. Impor berdasarkan negara asal dan ekspor berdasarkan negara tujuan secara berurutan dilaporkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Suatu kuantitas dianggap sebagai impor atau ekspor apabila sudah melintasi batas nasional suatu negara, terlepas apakah sudah atau belum mendapatkan izin dari pabean.

Untuk impor, penting diketahui (sehingga perlu dilaporkan) asal mula batubara (negara dimana batubara itu diproduksi), sedangkan untuk ekspor, perlu ditunjukkan tujuan akhir (negara dimana batubara tersebut akan dikonsumsi) dari batubara yang diproduksi dalam negeri. Perusahaan yang bertanggung jawab menangani urusan komersial dari perdagangan batubara seharusnya dapat menyediakan data yang diperlukan.

Impor terkait dengan batubara yang akan dikonsumsi di dalam suatu negara, sedangkan ekspor terkait dengan batubara yang sudah diproduksi di dalam suatu negara. Apabila ada transit ataupun ekspor kembali (*re-export*) jangan dimasukkan ke dalam laporan perdagangan ini.

Apabila negara asal maupun tujuan tidak dapat dilaporkan, atau negaranya tidak dispesifikasikan pada tabel, maka kategori Lain-Lain dapat digunakan. Jangan lupa untuk menyebut nama negaranya bila diketahui.

Data semua bahan bakar fosil padat dilaporkan dalam ribu ton dan untuk semua gas hasil proses dalam terajoule. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Impor harus meliputi semua batubara yang masuk suatu negara untuk dikonsumsi di dalam negeri, dan dilaporkan pada negara dimana batubara tersebut diproduksi.

Eksport haruslah batubara yang diproduksi di dalam negeri dan yang keluar dari negara tersebut; dan dilaporkan pada negara dimana batubara akan dikonsumsi.

Perdagangan transit dan ekspor kembali (re-export) diabaikan.

Tingkat stok dan perubahannya

Informasi umum

Produk batubara primer, karena bentuknya yang padat dan cirinya yang relatif lambat, sering disimpan sebagai stok untuk dimanfaatkan pada periode dimana kebutuhan lebih tinggi daripada produksi, atau, secara umum, daripada pasokan. Pada situasi tertentu, produksi batubara primer dan konsumsi pada beberapa sektor (misalnya pemanasan) bersifat musiman, dan stok harus dimanfaatkan untuk mengimbangi periode-periode dimana ketersediaannya tinggi atau rendah dibandingkan dengan periode-periode dimana kebutuhannya tinggi atau rendah.

Sementara beberapa produk turunan batubara padat (*coke-oven coke, patent fuel, BKB*) mempunyai stok juga, gas hasil proses jarang ada stoknya.

Seperti halnya minyak, data perubahan stok batubara yang tepat waktu, rinci dan akurat sangat diperlukan oleh para pembuat kebijakan dan para analis pasar.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Perubahan stok batubara dilaporkan pada Tabel 1 (tabel Pasokan).

Untuk semua stok yang ada dalam batas nasional, perbedaan antara tingkat stok pada saat pembukaan dengan pada saat penutupan perlu dilaporkan. Tingkat stok pada saat pembukaan merupakan tingkat stok pada hari pertama periode waktu yang ditentukan; tingkat stok pada saat penutupan merupakan tingkat stok pada akhir periode waktu yang ditentukan. Misalnya untuk suatu tahun kalender, stok pembukaan adalah stok pada tanggal 1 Januari, sedangkan stok penutupan adalah stok yang diukur pada tanggal 31 Desember tahun tersebut.

Penimbunan stok dinyatakan dengan suatu angka negatif dan pelepasan stok dinyatakan dengan suatu angka positif.

Data semua bahan bakar fosil padat dilaporkan dalam ribu ton dan untuk semua gas hasil proses dalam terajoule. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Laporkan perubahan stok untuk semua produk batubara primer dan semua bahan bakar turunannya.

Perubahan stok dihitung sebagai tingkat stok pada waktu pembukaan dikurangi tingkat stok pada waktu penutupan.

6 Konsumsi batubara

Bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses dikonsumsi pada beberapa sektor:

- Pada sektor transformasi.
- Oleh industri energi di dalam sektor energi.
- Pada transportasi dan distribusi bahan bakar (walaupun sangat terbatas).
- Pada berbagai sektor dan sub-sektor konsumsi final (industri, rumah tangga, dll.). Ini mencakup pemakaian energi dan non-energi dari bahan-bahan bakar tersebut.

Penjelasan singkat dari sektor-sektor di atas di berikan pada paragraf-paragraf berikut ini. Untuk informasi umum, dapat dilihat pada Bagian 8 dari Bab 1-Pedoman Dasar.

Konsumsi batubara pada sektor transformasi

Informasi umum

Ada berbagai fasilitas transformasi yang dapat menghasilkan produk energi yang berasal dari bahan bakar fosil padat (terutama batubara).

Fasilitas energi tersebut meliputi pabrik *patent fuels*, *coke-oven*, kilang gas, *blast furnace*, serta pembangkit-pembangkit listrik, pembangkit panas, dan pembangkit kombinasi panas dan listrik (CHP). Termasuk juga pabrik pencairan batubara yang menghasilkan minyak sintetis.

Pada tahun 2001, 84% dari konsumsi batubara dunia ditransformasi menjadi berbagai macam produk. Sekitar 82% dari batubara tua dan 94% batubara muda digunakan untuk proses transformasi. Pemakaian terbesar produk primer batubara adalah untuk pembangkitan listrik dan panas - dimana konsumsinya adalah 67% untuk batubara tua dan 92% untuk batubara muda. Sekitar 12% dari batubara tua ditransformasi menjadi kokas *coke-oven*. Sekitar 80% dari kokas *coke-oven* digunakan dalam *blast furnace*, dimana ditransformasi menjadi gas *coke-oven* dan besi cor (*pig iron*).

Pemakaian tradisional dari gas yang dihasilkan pada pabrik baja terintegrasi (*gas blast-furnace*, *gas coke-oven*, *gas basic oxygen steel-furnace*) adalah untuk memanaskan fasilitas-fasilitas transformasi, sehingga dimasukkan pada sektor energi. Namun demikian, 38% dari gas *basic oxygen steel-furnace*, 33% dari gas *blast-furnace*, dan 18% dari gas *coke-oven* digunakan untuk memproduksi listrik dan panas.

Mengingat besarnya pangsa batubara yang ditransformasi, perlu diketahui kuantitas dari bahan bakar yang ditransformasi dan produk-produk energi turunannya.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses ke proses-proses transformasi perlu dilaporkan di bagian kedua dari Tabel 1.

Perlu diperhatikan cara pelaporan spesifikasi *blast furnace* dan batubara.

■ **Blast furnace**

Pastikan bahwa bahan bakar yang digunakan dalam *blast furnace* ataupun pada *blast furnace* untuk menunjang operasi *blast furnace* dilaporkan secara terpisah pada masing-masing sektor transformasi dan sektor energi. Penjelasan tentang proses *blast furnace* pada Lampiran 1, Bagian 3, memberikan petunjuk bahan bakar apa saja yang termasuk dalam proses transformasi dan yang digunakan untuk memanaskan pasokan udara (*air blast*) di luar *blast-furnace*.

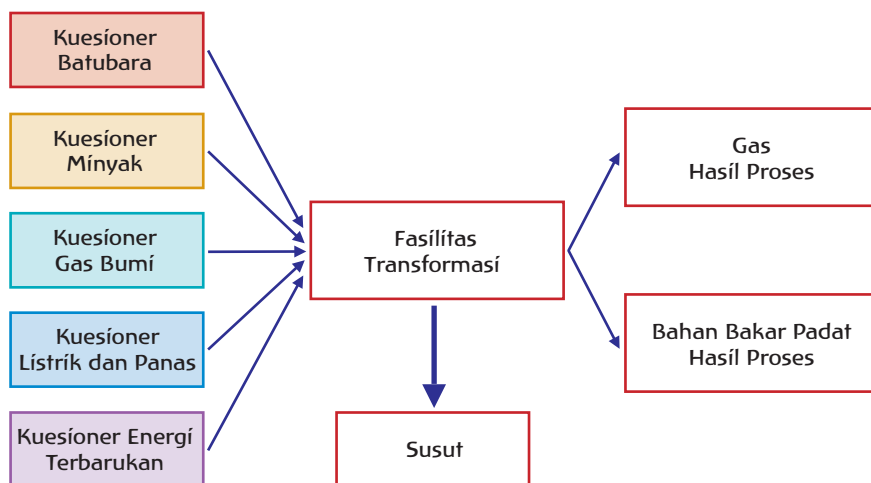
Apabila tidak terdapat informasi yang tepat dari perusahaan besi dan baja, ahli statistik harus mengasumsikan bahwa semua gas *blast-furnace* dan gas *coke-oven* yang dipakai pada *blast furnaces* adalah untuk pemanasan pasokan udara dan dianggap sebagai konsumsi sektor energi. Semua kokas, batubara atau minyak harus diperlakukan sebagai pemakaian transformasi pada *blast furnace*. Terkadang, pemakaian gas bumi dapat dilaporkan, namun pemakaiannya kurang jelas karena dapat dikonsumsi pada sektor transformasi maupun sektor energi. Kalau terjadi pelaporan gas bumi, ahli statistik perlu berkonsultasi dengan sumber data untuk memastikan di sektor mana pelaporannya, apakah dalam sektor transformasi atau sektor energi.

Pemakaian kokas pada *blast furnace* tidak boleh dilaporkan sebagai "pemakaian non-energi".

■ Proses pencairan (*liquefaction*)

Proses pencairan meliputi produksi minyak dari batubara, serpih minyak (*oil shale*) dan pasir tar (*tar sands*). Prosesnya berlangsung di atas tanah, sehingga operator pabrik seharusnya dapat mengetahui kuantitas yang masuk ke dalam proses. Pastikan bahwa pencairan batubara *in situ* (bawah tanah) dan ekstraksi *in situ* minyak dari pasir tar tidak dimasukkan dalam pelaporan. Minyak yang diproduksi dari proses *in situ* dilaporkan sebagai produksi *indigenous* di bawah “Hidrokarbon Lain” pada Kuesioner Minyak.

Gambar 5.3 • Skema Transformasi Batubara



Penting

Laporkan pada sektor transformasi semua input energi yang ditransformasikan ke bentuk energi lainnya.

Beberapa proses transformasi mencakup input energi yang dilaporkan pada kuesioner bahan bakar lainnya.

Konsumsi batubara di sektor energi

Informasi umum

Disamping fasilitas transformasi tersebut di atas, bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses dapat digunakan oleh industri energi untuk menunjang produksi energi. Sebagai contoh, tambang-tambang batubara yang memakai batubara untuk menunjang proses ekstraksi dan persiapan batubara di dalam industri penambangan batubara. Konsumsi sektor energi dapat meliputi bahan bakar untuk

pemanasan, penerangan, atau pengoperasian pompa/kompresor, atau digunakan sebagai *input* bahan bakar ke *furnace* atau oven. Konsumsi sektor energi mencakup “pemakaian sendiri”.

Gas hasil proses juga secara meluas digunakan untuk menunjang aktivitas transformasi energi. Misalnya, secara global, sekitar 20% hingga 25% dari gas *coke-oven* digunakan sebagai *input* bahan bakar untuk *coke-ovens*. Gas *blast furnace* digunakan untuk memanasi *blast furnace*, dan *coke oven*. Gas kilang-gas digunakan untuk menunjang pengoperasian kilang-kilang gas.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses ke sektor energi untuk menunjang proses transformasi dilaporkan pada bagian kedua Tabel 1.

Laporkan dalam Sektor Energi, kuantitas komoditas energi yang dikonsumsi di lingkungan perusahaan-perusahaan bahan bakar dan energi sedemikian rupa sehingga hilang dari perhitungan, daripada muncul setelah transformasi dalam bentuk komoditas energi lain. Komoditas-komoditas tersebut digunakan untuk menunjang berbagai aktivitas dalam proses ekstraksi bahan bakar, konversi atau fasilitas produksi energi, tetapi tidak masuk ke dalam proses transformasi.

Data semua bahan bakar fosil padat dilaporkan dalam ribu ton dan untuk semua gas hasil proses dalam terajoule. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Dalam sektor energi, hanya dilaporkan bahan bakar yang digunakan industri energi untuk menunjang ekstraksi atau aktivitas transformasi.

Transportasi batubara dan susut distribusi

Informasi umum

Kegiatan transportasi dan distribusi batubara dan produk bahan bakar fosil padat, sering mencakup berbagai tahap kegiatan pengangkutan dan penyimpanan. Selama menjalani aktivitas ini, produk padat dapat hilang dari aliran pasokan dengan berbagai macam cara. Sebagai contoh, batubara yang diangkut dengan kereta api mengalami sejumlah kecil susut selama perjalanan dengan “gerbong barang terbuka” (*open hopper cars*). Bahan bakar padat dapat juga hilang pada saat terjadi kecelakaan dan keluarnya gerbong dari rel maupun di tempat langsir kereta (*marshalling yards*). Pada saat penyimpanan, batubara dan bahan bakar padat cenderung untuk “mengendap” (*settle*) pada lokasi penyimpanan dan terdapat sisa bahan bakar yang tertinggal di tanah atau lantai lokasi penyimpanan. Sejumlah kecil dapat juga hilang dari lokasi penyimpanan dan ban berjalan (*belt conveyor*) sebagai debu “*fugitive*” (terlepas).

Gas hasil proses hilang pada saat distribusi di dalam fasilitas-fasilitas produksi maupun pemakainnya. Susut tersebut disebabkan oleh kebocoran-kebocoran, dan terkadang akibat kecelakaan atau pembuangan (*venting*) yang disengaja pada saat pengoperasian normal. Oleh karena pendeknya jarak distribusi gas hasil proses, susut transportasi dan distribusi jarang sebesar yang dialami gas bumi yang sering kali diangkut dalam jarak jauh.

Oleh karena besarnya pangsa batubara pada total bahan bakar padat dan gas hasil proses, dan dipakainya kapal-kapal untuk mentransportasikan batubara, susut transportasi dan distribusi lebih terbatas dibandingkan dengan minyak, gas dan listrik, dimana susut utamanya terjadi pada jaringan pipa gas dan transmisi listrik. Sebagai suatu perbandingan, susut di seluruh dunia untuk pasokan batubara adalah kurang dari 0.04%, sedangkan untuk listrik, misalnya, susut tersebut adalah 8,7% , dan 1% untuk gas bumi.

Sebagai akibatnya, susut transportasi dan distribusi akan sangat minimal untuk bahan bakar padat, dan berlaku terutama untuk gas hasil proses. Besaran-besaran tersebut harus secara bebas diestimasi sendiri oleh perusahaan-perusahaan yang melapor dan tidak dihitung untuk menyeimbangkan neraca.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Susut di laporkan pada bagian tiga dari Tabel 1, tepat di bawah bagian Sektor Energi.

Jika perbedaan statistik untuk produk manapun adalah nol, perlu di cek dengan instansi pelapor apakah angka susut yang dilaporkan secara efektif merupakan perbedaan statistik dan dipastikan bahwa tidak ada pengukuran susut tersendiri.

Gas hasil proses yang terbakar (dibakar daripada dikonsumsi sektor lain) harus dilaporkan pada Pemakaian Sektor Energi Lain, bukan pada susut transportasi dan didistribusi. Namun gas-gas yang dibuang harus dilaporkan pada Susut Distribusi.

Semua susut bahan bakar fosil padat dilaporkan dalam ribu ton dan untuk semua gas hasil proses dalam terajoule. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Semua kuantitas susut bahan bakar akibat transportasi dan distribusi harus dilaporkan dalam susut distribusi.

Gas hasil proses yang dibakar (flared) harus dilaporkan pada sektor energi.

Gas yang dibuang (vented) harus dilaporkan dalam susut distribusi.

Konsumsi final

Informasi umum

Konsumsi final adalah semua batubara dan produk batubara yang dikirim ke konsumen akhir/final di industri, transportasi, sektor-sektor lain dan non-energi. Konsumsi final tidak memasukkan bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses yang digunakan untuk transformasi dan/atau pemakaian sendiri di industri-industri yang menghasilkan energi.

Konsumsi energi final batubara dan produk batubara di luar sektor transformasi terutama terdapat di sektor industri. Sekitar 15% dari total pasokan batubara dilaporkan sebagai *input* energi di sektor industri. Pemakaian batubara terbesar di sektor industri adalah untuk produksi semen, dimana batubara digunakan sebagai sumber energi untuk dapur/tungku semen. Sub-sektor industri besar lain yang mengonsumsi batubara adalah sektor kimia dan petrokimia, sektor besi dan baja, sektor makanan dan tembakau serta sektor kertas dan bubur kertas (*pulp*).

Di masa lalu, sejumlah besar batubara dikonsumsi pada sektor transportasi (oleh kapal dan lokomotif kereta api); konsumsi ini menurun hingga tingkat yang tidak berarti di sebagian besar negara di dunia. Pangsa transportasi hanyalah 0.2% dari kebutuhan batubara global.

Pada sektor-sektor lain, terutama sektor jasa dan rumah tangga, dimana batubara digunakan untuk pemanasan dan untuk memasak di beberapa negara, hanya mencakup 0.5% dari total kebutuhan batubara.

Bahan bakar fosil padat dan gas hasil proses juga digunakan sebagai non-energi (bahan baku). Bahan bakar fosil padat dapat digunakan, misalnya, untuk membuat methanol atau ammonia. Batubara juga digunakan pada sektor petrokimia sebagai bahan baku untuk produk petrokimia lain. Lebih lanjut, butiran halus kokas digunakan untuk memproduksi bahan-bahan bangunan dan untuk karbon pada produksi anoda dan beberapa proses kimia lain. Namun demikian, pemakaian batubara dan produk-produk berbasis batubara sebagai non-energi adalah sangat kecil, hanya sekitar 0.1% konsumsi batubara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuantitas batubara dan produk batubara sebagai energi harus dilaporkan pada sektor masing-masing dalam Tabel 1.

Produk-produk energi yang digunakan sebagai bahan mentah non-energi harus juga dilaporkan pada Tabel 1 di bawah Pemakaian Non-energi. Ini adalah produk-produk yang dikonsumsi sebagai bahan baku daripada sebagai bahan bakar atau ditransformasi menjadi bahan bakar lain.

Angka konsumsi bahan bakar sektor industri yang dilaporkan perusahaan harus termasuk panas yang dihasilkan untuk pemakaian sendiri, bahan bakar untuk menghasilkan uap air yang dipakai dalam proses industri, tanur, tungku dan fasilitas-fasilitas lain yang sejenis. Angka-angka tersebut tidak mencakup kuantitas yang digunakan untuk pembangkitan listrik dan panas yang dijual ke pihak ketiga, serta batubara dan produk batubara untuk pemakaian non-energi. Kuantitas-kuantitas tersebut harus dilaporkan berturut-turut pada sektor Transformasi dan Non-energi.

Pada industri besi dan baja, bahan bakar yang dipakai dalam *blast furnace* harus dilaporkan pada sektor Transformasi supaya tidak terjadi perhitungan ganda.

Konsumsi energi final, pemakaian non-energi, dan pemakaian bahan baku harus dilaporkan dalam ribu ton untuk bahan bakar fosil padat dan dalam terajoule untuk semua gas hasil proses. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Batubara dan produk-produk batubara dapat digunakan sebagai energi dan non-energi.

Laporkan kedua macam pemakaian tersebut pada sektor dan sub-sektor terkait.

7 Ketentuan tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Batubara

Nilai Kalor

Informasi umum

Setiap bahan bakar fosil padat dicirikan dengan nilai kalornya sendiri, yaitu kuantitas energi yang tersedia per satuan masa (Lampiran 3, Bagian 5). Misalnya, batubara tua mengacu pada batubara dengan nilai kalor bruto lebih besar dari 23865 kJ/kg dan batubara coklat merujuk pada batubara non-aglomerasi dengan nilai kalor bruto kurang dari 17435 kJ/kg.

Nilai kalor yang akurat sangatlah penting untuk menyusun suatu neraca energi yang andal, karena neraca-neraca tersebut disusun dalam satuan energi bukan satuan komoditas. Sebagai akibatnya, sangat penting untuk menyiapkan nilai kalor tidak hanya untuk bahan bakar yang diproduksi, tetapi juga untuk bahan bakar yang diperdagangkan dan yang digunakan untuk berbagai pemakaian utama. Nilai kalor juga diperlukan dalam proses estimasi emisi CO₂, dan untuk mengecek efisiensi panas dari proses transformasi.

Bila tidak memungkinkan untuk mendapatkan nilai kalor dari setiap tambang, fasilitas pembakaran bahan bakar atau dari asal impor dan/atau tujuan ekspor, maka untuk pelaporannya dapat dipakai suatu nilai rata-rata yang cukup representatif yang berdasarkan, misalnya, pada nilai kalor batubara dari tambang dengan produksi terbesar atau total impor dan/atau ekspor suatu kategori batubara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Tabel 4 memerlukan nilai kalor bruto dan neto untuk semua bahan bakar yang diproduksi, diperdagangkan dan digunakan untuk berbagai keperluan utama (lihat Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 6, untuk penjelasan lengkap tentang nilai kalor neto dan bruto).

Gambar 5.4 • Nilai kalor



Dalam kondisi tidak tersedianya nilai kalor untuk setiap pasokan dan pemakaian, nilai rata-rata dari keseluruhan pemakaian harus harus diberikan. Dengan cara yang sama, jika nilai kalor bruto untuk batubara tidak tersedia, maka dapat dibuat estimasi dengan menambahkan 5% terhadap nilai netonya. Ada perbedaan yang dapat diabaikan antara nilai kalor bruto dan neto untuk kokas dan gas *blast furnace*. Namun, untuk gas kilang gas dengan gas *coke-oven*, nilai kalor netonya adalah sekitar 11% lebih rendah dari nilai kalor brutonya (lihat Lampiran 3, Bagian 5 untuk nilai kalor tipikal dari bahan bakar padat dan gas hasil proses).

Nilai kalor harus dinyatakan dalam megajoule per Ton (MJ/t) dan harus menunjukkan nilai kalor bahan bakar pada saat dipasok atau dipakai. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Nilai kalor bruto dan neto harus ada untuk setiap bahan bakar padat yang dilaporkan.

Nilai kalor bruto untuk batubara dapat diestimasi dari nilai neto dengan menambahkan 5% dari nilai kalor neto.

Produksi, ketenagakerjaan dan produktivitas buruh pada tambang batubara

Informasi umum

Sektor batubara telah mengalami restrukturisasi yang besar-besaran di banyak negara selama beberapa dekade terakhir. Hal ini telah diikuti dengan suatu pergeseran dari penambangan bawah tanah ke terbuka, dari padat karya ke penambangan mekanis baik untuk tambang-tambang bawah tanah maupun

terbuka, serta peningkatan produktivitas yang pesat. Untuk memonitor evolusi sektor batubara, data sosio-ekonomi yang berhubungan dengan jenis tambang, produktivitas buruh dan ketenagakerjaan pada tambang-tambang batubara perlu digabungkan dengan statistik produksi, perdagangan dan konsumsi tradisional.

Walaupun data ketenagakerjaan dan produktivitas tidak perlu untuk menyusun suatu neraca komoditas atau energi yang tradisional, data tersebut penting untuk benar-benar memahami sektor batubara.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Produksi: Kuantitas yang dilaporkan adalah jumlah yang diekstraksi atau diproduksi, setelah melalui proses untuk menghilangkan zat lembam (*inert matter*). Pada industri penambangan batubara, ini lebih dikenal dengan produksi “bersih” atau “dapat dijual”. Produksi meliputi juga kuantitas yang dikonsumsi oleh produsen pada saat proses produksi. Produksi harus dibedakan antara produksi tambang bawah tanah dan tambang terbuka yang didefinisikan sebagai berikut:

- **Produksi tambang bawah tanah** dari setiap kategori batubara (batubara tua dan batubara muda) pada Tabel 5, harus sama dengan jumlah komponen yang dilaporkan dalam Tabel 1. Misalnya, jumlah Batubara Kokas, Batubara Bituminus Lain, dan Antrasit, yang dilaporkan dalam Tabel 1 dengan judul “yang mana bawah tanah (*of which underground*)” harus sama dengan angka Produksi Bawah Tanah Batubara Tua yang dilaporkan dalam Tabel 5.
- Demikian juga, **produksi tambang terbuka** dari setiap kategori batubara (batubara tua dan batubara muda) pada Tabel 5 harus sama dengan jumlah komponen yang dilaporkan dalam Tabel 1. Misalnya jumlah Batubara Sub-Bituminus dan Batubara Muda/Lignit yang dilaporkan dalam Tabel 1 dengan judul “yang mana terbuka (*of which surface*)” harus sama dengan angka Produksi Terbuka Batubara Muda yang dilaporkan dalam Tabel 5.

Sluri Terkumpul/recovered slurry (sumber-sumber lain) dari setiap kategori batubara (Batubara Tua dan Batubara Muda) pada Tabel 5 harus sama dengan jumlah dari komponen-komponen terkait yang dilaporkan dalam Tabel 1. Misalnya, jumlah Batubara Kokas dan Batubara Bituminus Lain, dan Antrasit yang dilaporkan dalam Tabel 1 dengan judul “Sluri terkumpul/recovered slurry (sumber lain)”, harus sama dengan angka Batubara Tua yang dilaporkan dalam Sluri terkumpul/recovered slurry (sumber lain) pada Tabel 5.

Tambang: Aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam “tambang” yang digunakan untuk menghitung konsumsi, ketenagakerjaan, dan produktivitas tambang yang terwujud dalam seluruh pekerjaan yang berkaitan dengan mendapatkan, mengangkat, menangani, mempersiapkan, dan mentransportasi batubara dari permukaan atau tambang produksi hingga titik pengiriman ke pihak ketiga. Ini juga mencakup aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk menjaga kondisi lingkungan di wilayah tambang, untuk perawatan dan perbaikan peralatan di lapangan yang terkait dengan operasi penambangan, serta aktivitas yang berhubungan dengan pembuangan produk-produk limbah dari operasi penambangan.

Aktivitas sampingan atau pelengkap (*ancillary activities*) seperti coke-oven, fasilitas penghasil bahan *patent fuel*, pembuatan batubata (*brickworks*), dan pembangkit listrik yang memasok listrik terutama untuk di jual ke luar, tidak tercakup dalam

angka-angka tersebut. Pembangkit listrik yang memasok listrik terutama ke tambang perlu dimasukkan, sebagaimana juga bengkel (*workshops*), tempat penyimpanan/gudang (*warehouses*) dan tempat penimbunan (*stockyard*) yang terletak di sekitar tambang. Bengkel-bengkel terpusat (*centralised workshops*) yang melayani beberapa kelompok tambang tidak dimasukkan. Semua fasilitas penyiapan batubara, dan alat transportasi permukaan (kereta api, truk/lori, konveyor, jalur tali udara/*aerial ropeways*, dll.) yang mengangkut batubara sebelum dimuat, memindahkan dan membuang limbah, dan mengangkut batubara ke fasilitas penyiapan batubara terpusat merupakan bagian daripada tambang. Alat transportasi permukaan yang mengangkut batubara setelah mengalami proses penyiapan, seperti mengangkut batubara ke depot terpusat, bukan merupakan bagian dari tambang. Alat angkut bergerak (truk *fork-lift*, crane, dsb.) yang dipakai di tempat penimbunan (*stockyard*) atau untuk mengangkut material dari tempat penimbunan ke wilayah operasi tambang, merupakan bagian dari aktivitas tambang. Akan tetapi, pengangkutan material dari pemasok (*supplier*) luar ke tempat penimbunan, bukan merupakan bagian dari aktivitas tambang.

Fasilitas pelayanan kesejahteraan (*welfare services*) seperti kantin, toko dan supermarket di tambang batubara, pemeliharaan tempat tinggal pekerja tambang, fasilitas olah raga dan rekreasi, dan klinik-klinik kesehatan juga bukan merupakan bagian dari aktivitas tambang, walaupun ruangan P3K (*first-aid room*) untuk perawatan langsung terhadap kecelakaan dianggap sebagai bagian dari aktivitas tambang.

Pekerja-pekerja di tambang (orang yang terdaftar di buku tambang batubara): yaitu semua personil yang terlibat dalam aktivitas-aktivitas tambang sebagaimana dijelaskan di atas, kecuali personel yang semata-mata hanya menjadi juru tulis atau pekerja administratif. Pekerja-pekerja adalah karyawan-karyawan yang terlibat dalam implementasi, proses produksi atau yang memberikan jasa pendukung terhadap proses produksi seperti pekerjaan perawatan (*maintenance work*) atau *craft tradesmen*. Sebaliknya, pekerja non-fisik (*non-manual workers*) yang tidak tercakup dalam data ini adalah karyawan yang pekerjaannya lebih banyak berhubungan dengan kerja kertas (*paperwork*) daripada pekerjaan fisik dan terdiri atas para manager, staf peneliti (termasuk staf laboratorium), staf teknis (seperti insinyur dan tenaga survei), staf komersial (akuntan, perdagangan, dll), staf administratif (misalnya staf Kepegawaian), staf perkantoran (juru tulis, juru ketik, bagian absensi), serta staf computer. Staf dan pejabat pengawas juga termasuk, kecuali yang bertanggung atas staf yang semata-mata bertugas sebagai juru tulis atau dalam pekerjaan administratif. Tenaga kerja kontraktor yang terlibat dalam pengoperasian tambang juga tercakup dalam klasifikasi ini.

Semua pekerja yang tercatat dalam buku tambang juga termasuk, baik pekerja tetap ataupun paruh-waktu. Tetapi pekerja yang tidak masuk kerja lebih dari enam bulan karena penyakit yang berlarut, menjalankan wajib militer atau alasan-alasan lainnya, tidak termasuk.

Rata-rata jumlah pekerja dalam setahun: Angka rata-rata ini biasanya dihitung dari jumlah pekerja pada akhir periode 13 bulan (atau 53 minggu), dimulai dengan jumlah pada akhir bulan terakhir (atau minggu terakhir) dari tahun sebelum tahun yang dilaporkan.

Manshifts (waktu kerja satu shift): Satu *manshift* merupakan periode kerja normal di tambang dalam satu hari kerja. Lamanya kerja satu *shift* bervariasi antara dan di

dalam negara tergantung pada pengaturan dan peraturan buruh yang berlaku di negaranya. Angka-angka *shifts* terdiri dari semua *shift* yang dijalani pekerja yang tercatat dalam buku tambang, yang didefinisikan sebagai *shift* normal, dengan jam lemburnya di “pro rata” kan dalam *shift* normal berdasarkan jam lembur yang benar-benar dijalani, bukan berdasarkan bayaran yang diterima.

Rata-rata banyaknya *shift* per tahun per pekerja: Angka rata-rata ini adalah jumlah banyaknya *shift* yang dijalani pekerja yang terdaftar dalam buku selama setahun, dibagi dengan rata-rata jumlah pekerja dalam setahun.

Waktu kerja rata-rata satu *shift*: Waktu kerja satu *shift* bukanlah waktu kerja efektif yang dijalankan di tempat kerja, melainkan total waktu si perkerja perlu berada di tambang. Jam kerja meliputi waktu tunggu pekerja untuk disuruh mengerjakan suatu tugas tertentu, waktu makan dan istirahat yang diambil dalam satu periode *shift*, serta waktu yang diperlukan untuk perjalanan atau menunggu transportasi. Lamanya waktu kerja dihitung dalam jam dengan desimal.

Produktivitas tambang terbuka dan bawah tanah: Produktivitas dihitung dari produksi batubara yang terkait dengan dengan produktivitasnya, dan dari *manshift* yang dijalani para pekerja di tambang-tambang, keduanya didefinisikan sebagaimana di atas. Sebagai tambahan, hal-hal berikut ini (baik dari *output* maupun *manshift*) **tidak dimasukkan:**

- **Pengumpulan batubara dari buangan (*dumps*)** – Terdiri dari perolehan batubara dari timbunan terbuang (*spoil heaps*) dan pengerukan sluri dari kolam pengendap (*settling ponds*) lama. (Sluri dari proses penyiapan batubara yang sedang diproduksi dari tambang-tambang bawah tanah dimasukkan dalam hasil *output* tambang selama untuk dijual atau digunakan dalam tambang).
- **Tambang-tambang kecil** – Adalah tambang-tambang yang tidak signifikan dalam keekonomian batubara dan dimana usaha pengumpulan datanya tidak sebanding dengan pengaruhnya terhadap hasil keseluruhan.
- **Pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan proyek-proyek investasi modal** – Ini mencakup aktivitas-aktivitas di luar yang diperlukan untuk mempertahankan aktivitas produksi sedang berjalan.

Baik *manshift* yang dijalani pada proyeksi-proyek investasi modal maupun batubara yang diproduksi dari operasi-operasi tersebut tidak dimasukkan dalam perhitungan produktivitas.

Pekerjaan lanjutan dalam pengembangan jalan pintu tambang bawah tanah, membuat terowongan silang (*cross cut*), memasang peralatan pada suatu bagian lapisan permukaan (*face*) yang baru dibuka, atau pembuatan jalan bagi lapisan permukaan (*face*) yang meluas, merupakan prosedur operasi penambangan normal. Pada tambang terbuka, penambahan jalan dan sarana pengangkutan lain merupakan bagian dari operasi dan dimasukkan dalam perhitungan-perhitungan produktivitas.

Perhitungan produktivitas meliputi semua pekerja tambang, baik yang dipekerjakan langsung oleh perusahaan tambang batubara maupun oleh kontraktor luar. Ini juga meliputi pekerjaan staf pengawas dan peserta latihan (*trainee*), apabila usaha-usahanya memberikan kontribusi terhadap kegiatan penambangan yang biasa dilakukan.

Kegiatan penambangan yang biasa dilakukan, dimana semua (*shift*) termasuk dalam produktivitas, meliputi:

- *Coal winning* (pengadaan batubara dari penggalian hingga pengangkutan ke fasilitas “*crushing*”).
- *Roadway drivage* (pembuatan jalan bagi lapisan permukaan/*face*) kecuali bila terklasifikasi seperti di atas sebagai investasi modal (*capital investment*).
- Pemasangan dan pembongkaran peralatan pada suatu lapisan batubara.
- Pengoperasian alat pada tambang produksi terbuka.
- Pengangkutan (*haulage*) dan transportasi baik untuk batubara, bahan-bahan maupun orang.
- Perawatan (*maintenance*) dan perbaikan jalan (*roadways*) dan pekerjaan-pekerjaan lain.
- Perawatan dan perbaikan peralatan di lapangan, di tambang-tambang bawah tanah maupun terbuka. Bila mesinnya memerlukan perbaikan besar, maka pelepasan (*dismantling*), pengangkutan, dan pemasangan kembali mesin tersebut semuanya termasuk dalam perhitungan produktivitas.
- Pekerjaan keselamatan, kesehatan dan ventilasi, seperti pengambilan contoh debu (*dust sampling*), pencegahan kebakaran tambang, dll.

Penting

Ikuti secara seksama informasi yang diberikan di atas untuk mengisi Tabel 5 dari kuesioner.

Input ke pembangkitan listrik dan panas autoproducer

Informasi umum

Dengan semakin pentingnya perdebatan tentang lingkungan maka sangatlah perlu untuk mengetahui total konsumsi bahan bakar di setiap industri dan sektor pemakai sehingga untuk setiap sektor dapat disusun langkah-langkah yang tepat untuk konservasi energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca.

Untuk informasi umum dan definisi *autoproducer*, dapat dilihat pada Bab 2 - Listrik dan Panas, Bagian 1.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input ke pembangkitan listrik dan panas autoproducer dilaporkan pada Tabel 6a sampai 6c.

Tabel ini memberikan informasi mengenai pemakaian bahan bakar oleh pembangkit listrik dan panas *autoproducer* yang akan dijual menurut aktivitas ekonomi utamanya. Tabel ini dipisahkan menjadi tiga kolom sesuai dengan ketiga

jenis fasilitas pembangkitan: Listrik-saja, kombinasi listrik dan panas (CHP), dan Panas-saja. Data digunakan untuk melacak *input* bahan bakar serta *output* listrik dan panas oleh *autoproducer* tersebut sebagai bagian usaha PBB untuk mengetahui emisi CO₂.

Dalam kasus pembangkit CHP, melaporkan angka-angka yang terpisah untuk produksi listrik dan panas memerlukan suatu metoda yang membagi total pemakaian bahan bakar diantara kedua *output* energi tersebut. Pembagian ini diperlukan juga walaupun tidak ada panas yang dijual, oleh karena pemakaian bahan bakar untuk produksi listrik harus dilaporkan pada sektor Transformasi. Metoda yang dianjurkan tersebut dijelaskan dalam Lampiran 1, Bagian 1 dari buku Manual ini dan perlu diikuti secara teliti.

Mohon diperhatikan bahwa angka total yang dilaporkan pada Tabel 6 harus sama dengan angka-angka total masing-masing yang dilaporkan pada Sektor Transformasi. Mohon diperhatikan juga bahwa suatu tabel yang serupa terdapat di dalam Kuesioner Listrik dan Panas (Tabel 9). Untuk mencegah pelaporan yang tidak konsisten, hubungi orang yang bertanggung jawab dalam melengkapi dan menyelesaikan Kuesioner Listrik dan Panas (Tabel 9) di negara masing-masing.

Penting

Laporkan batubara dan produk-produk batubara yang dipakai oleh autoproducer sebagai input untuk produksi listrik dan panas di setiap sektor terkait.

Energí Terbarukan & Límbah



1 Apa Itu Energí Terbarukan dan Límbah?

Informasi umum

Banyak definisi energi terbarukan yang bisa kita temui dalam literatur keteknikan, termasuk definisi berikut ini: energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alami yang terus menerus diperbarui. Walaupun definisi ini dapat menimbulkan berbagai masalah yang berhubungan misalnya dengan jangka waktu pembaharuannya, namun akan digunakan sebagai acuan dalam bab ini.

Terdapat beberapa jenis energi terbarukan, yang diperoleh baik secara langsung maupun tidak langsung dari matahari, atau dari panas yang dibangkitkan dari dalam bumi. Energi tersebut meliputi energi yang dihasilkan dari matahari, angin, biomassa, panas bumi, tenaga air dan sumber daya di laut, biomassa padat, biogas dan Bahan Bakar Nabati (BBN) cair.

Limbah merupakan bahan bakar yang berasal dari sisa-sisa (sampah) bahan yang mudah terbakar dari industri, perkantoran, rumah sakit dan rumah tangga, seperti karet, plastik, limbah minyak fosil dan komoditas sejenis. Sifatnya bisa padat atau cair, terbarukan atau tidak terbarukan, mudah terurai atau tidak mudah terurai secara alamiah.

Daftar rincian energi terbarukan serta sumber-sumber limbah serta teknologi-teknologi terkait, yang ekonomis atau hampir ekonomis, diberikan dalam Glosarium (Daftar Kata).

Biomasa padat (terutama kayu bakar yang digunakan untuk memasak di negara-negara berkembang) merupakan sumber energi terbarukan terbesar sampai saat ini dan pangsaanya lebih dari 10% dari total pasokan energi primer (TPES) dunia, atau sekitar tiga perempat dari pasokan energi terbarukan dunia.

Sejak tahun 1990, sumber energi terbarukan di dunia mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan rata-rata per tahunnya sebesar 1,7%, atau sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan laju pertumbuhan Total Pasokan Energi Primer (TPES) dunia. Pertumbuhan tinggi terutama terjadi pada energi terbarukan "baru" yaitu angin dan matahari, yang meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 19%, dimana bagian terbesar dari pertumbuhan tersebut terjadi di negara-negara OECD, yang mempunyai program energi angin berskala besar seperti di Denmark dan Jerman.

Pembahasan mengenai perubahan iklim tak diragukan lagi memacu pengembangan energi terbarukan guna mengurangi emisi gas rumah kaca terutama dari negara-negara yang tergabung dalam Annex 1 Peserta Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim PBB (UNFCCC); sehingga ada kepentingan besar untuk memantau perkembangan ini. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperkuat pelaporan

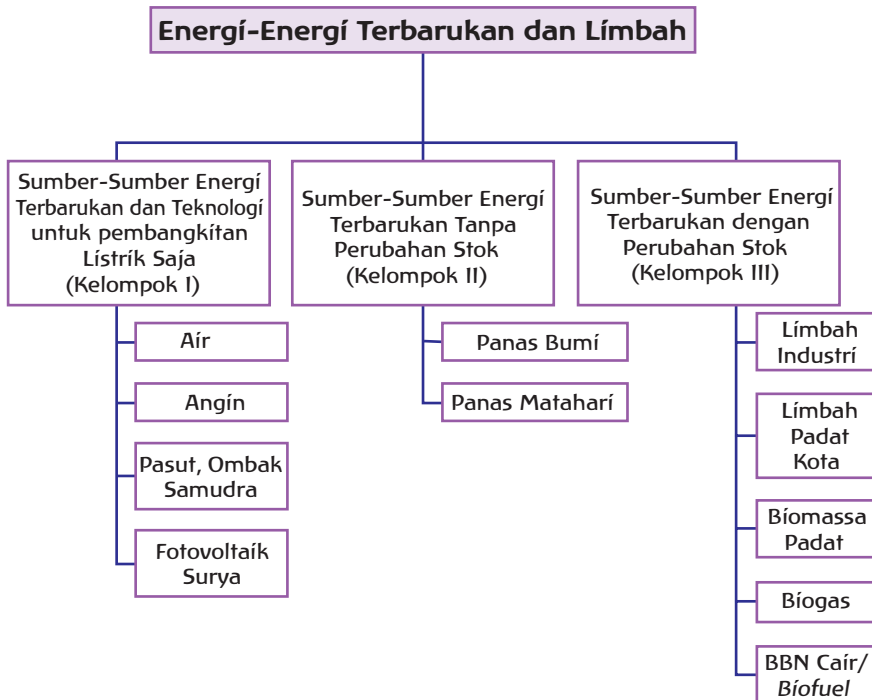
dan penyebaran informasi mengenai energi terbarukan dan limbah secara tepat waktu dan dapat diandalkan. Hal ini merupakan tantangan besar mengingat sebagian besar dari energi terbarukan tidak dipasarkan secara komersial (kayu bakar, penangkap sinar matahari/*solar collector*) dan/atau terdapat di daerah terpencil.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah mengklasifikasikan produk energi terbarukan dan limbah ke dalam tiga kelompok utama:

- Kelompok I meliputi produk-produk yang harus ditransformasi menjadi listrik supaya dapat diambil manfaatnya (seperti air atau sel fotovoltaik surya).
- Kelompok II meliputi produk-produk yang dihasilkan dan kemudian dapat dipasok untuk berbagai macam penggunaan di sektor transformasi dan sektor konsumsi final (seperti panas bumi atau panas matahari); karena sifatnya, produk tersebut tidak dapat disimpan secara konvensional, dan oleh karenanya merupakan produk yang tidak memiliki data perubahan stok yang dapat dilaporkan.
- Kelompok III meliputi produk-produk yang dihasilkan dan digunakan untuk berbagai keperluan dalam sektor transformasi serta sektor konsumsi final (seperti limbah, kayu bakar, biogas dan bahan bakar nabati cair); karena sifatnya, produk tersebut dapat disimpan secara konvensional, dan merupakan produk yang data perubahan stoknya dapat dilaporkan.

Gambar 6.1 • Klasifikasi Energi Terbarukan dan Limbah dalam Tiga Kelompok



Hal lainnya adalah bahwa limbah industri dan limbah padat kota (*Municipal Solid Waste/MSW*) yang tidak dapat diperbaharui seharusnya dilaporkan juga pada Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah tahunan, meskipun metodologi IEA dan Uni Eropa mengecualikan jenis limbah tersebut dari definisi energi terbarukan.

Perhatian khusus harus diberikan pada MSW dan energi surya pasif, yang harus disajikan pada kuesioner seperti yang dijelaskan di bawah ini.

Limbah padat kota (*Municipal Solid Waste/MSW*): Beberapa kontroversi muncul dalam definisi limbah padat kota. Ini berasal dari fakta yang menunjukkan bahwa sampah yang dikumpulkan dari rumah tangga, kawasan komersial, rumah sakit dan lembaga lainnya berisi komponen yang termasuk kategori mudah terurai dan tidak mudah terurai secara alamiah. Baik IEA maupun Uni Eropa mendefinisikan energi terbarukan tanpa mencakup MSW yang tidak mudah terurai secara alamiah (*non-biodegradable*), namun beberapa anggota menganggap semua jenis MSW sebagai energi terbarukan. Di negara-negara anggota lainnya, sedang diadakan survei-survei untuk menentukan berapa besar bagian MSW yang merupakan energi terbarukan. Pelaksanaan program-program daur ulang yang sedang berjalan saat ini, pemisahan pada titik pembakaran, dan teknik lainnya diharapkan dapat mengurangi bagian MSW yang tidak mudah terurai tersebut.

Jika tidak mungkin untuk membedakan antara kategori terbarukan dan tidak terbarukan dari limbah padat kota, maka jumlah totalnya harus dibagi rata diantara kedua kategori tersebut.

Energi Matahari Pasif: Energi pasif matahari mulai dianjurkan pemakaiannya di beberapa negara, dan sekarang aplikasinya telah meluas. Namun, karena banyak negara-negara anggota tidak mengumpulkan data tentang desain dan fasilitas energi matahari pasif, dan karena kerap kali tidak mungkin untuk mengumpulkan atau memperkirakan alirannya, energi matahari pasif tidak termasuk sebagai produk untuk kuesioner.

Penting

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses-proses alam yang terus menerus diperbarui secara konstan.

Produk-produk energi terbarukan dan limbah dibagi dalam tiga kelompok utama : listrik saja, sumber-sumber tanpa perubahan stok dan sumber-sumber dengan perubahan stok.

Kuesioner juga mencakup produk-produk limbah.

Energi solar pasif tidak dimasukan sebagai produk kuesioner.

2

Satuan Apa yang Digunakan untuk Energi Terbarukan dan Limbah?

Informasi umum

Karena bentuknya yang beragam, energi terbarukan dan produk limbah telah diukur secara tradisional dalam berbagai satuan yang berbeda. Produk padat seperti kayu dan limbah kayu sering diukur dalam satuan volume (m^3 atau *cord*) dan massa (ton). Produk gas (biogas) dapat diukur dalam basis volume (m^3) dan basis kandungan energi (*therms* atau kilowatt-jam), dan BBN cair (*biofuel*) dalam volume (liter), massa (ton) dan atau kandungan energi (joule atau megajoule)

Selanjutnya untuk sumber energi terbarukan dan teknologi kelompok listrik saja seperti hidro (tenaga air), sel surya fotovoltaik, pasang-surut, ombak, samudera, dan angin dapat diukur hanya dari keluaran listriknya (biasanya dalam kilo-, mega-, atau gigawatt-jam).

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Salah satu tujuan Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah adalah untuk menetapkan suatu standar satuan pengukuran untuk produk energi terbarukan dan limbah dalam rangka memfasilitasi pengolahan dan perbandingan data.

Satuan untuk kuantitas energi terbarukan dan limbah adalah sebagai berikut:

- *Untuk listrik:* Produksi dinyatakan dalam gigawatt-jam (GWh) dan kapasitas pembangkit dalam megawatt (MW_e). Namun, dalam kasus pembangkit tenaga surya, luas permukaan penangkap sinar surya (*solar cell*) juga dilaporkan (dalam $1000 m^2$), dan dalam kasus pembangkit listrik BBN cair, kapasitas pabrik BBN juga perlu dilaporkan (dalam ton / tahun).
- *Untuk panas:* Produksi dinyatakan dalam terajoule (TJ).
- *Untuk semua aliran lainnya (Pasokan, Transformasi, Energi dan sektor final)* satuan bahan bakarnya dinyatakan dalam terajoule (TJ) kecuali untuk arang dan BBN cair yang dinyatakan dalam satuan massa (dalam ribu ton).

Total kandungan energi dari bahan bakar yang dinyatakan dalam terajoule harus dihitung dengan menggunakan nilai kalor neto dari masing-masing bahan bakar. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Nilai-nilai untuk pembangkitan listrik dinyatakan dalam gigawatt-jam (GWh).

Nilai-nilai untuk pembangkitan panas dinyatakan dalam Terajoule (TJ).

Nilai energi untuk sebagian besar bahan bakar dinyatakan dalam Terajoule(TJ).

Pengecualian berlaku untuk arang dan BBN cair, yang dinyatakan dalam 1000 ton.

3

Bagaimana Melakukan Konversi dari Satuan Massa dan Volume ke dalam Satuan Energi

Informasi umum

Kayu bakar dan bahan bakar padat lain yang berasal dari tanaman dapat dilaporkan dalam berbagai cara tergantung pada bahan bakar, penggunaan dan kebijakan negaranya. Satuan dapat sangat umum seperti ikatan kayu, atau lebih tepat jika dihubungkan dengan satuan volume atau massa, seperti cord, meter kubik, dan ton.

Namun, agar supaya data tersebut dapat dibandingkan dengan bahan bakar lain, perlu dilakukan konversi ke satuan energi. Hal ini bukan merupakan proses yang mudah, karena ada beberapa faktor, seperti kepadatan dan kelembapan (misalnya untuk kayu bakar), memiliki pengaruh besar terhadap faktor konversi yang digunakan.

Hal yang sama juga berlaku untuk bahan bakar gas yang sering dinyatakan dalam satuan volume seperti meter kubik (m^3) atau kaki kubik (SCF). Dalam kasus ini, nilai dalam satuan volume tersebut harus dikalikan dengan faktor energi per satuan volume untuk memperoleh total kandungan energinya.

BBN cair sering kali dinyatakan dalam liter, atau kilogram atau barel. Dalam kasus tersebut, volume BBN harus dikalikan dengan faktor massa per satuan volume untuk mendapatkan total massa produknya.

Untuk informasi umum tentang konversi dan faktor konversi, silakan lihat Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 5 - Bagaimana Mengukur Kuantitas dan Nilai Panas, serta Lampiran 3 - Satuan dan Kesetaraan Konversi.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Sebelum menyelesaikan tabel-tabel kuesioner, harus dilakukan konversi. Nilai pembangkitan listrik dinyatakan dalam gigawatt-jam (GWh), dan nilai untuk pembangkitan panas dan sebagian besar bahan bakar dinyatakan dalam terajoule (TJ).

Total kandungan energi dari bahan bakar yang dinyatakan dalam terajoule harus dihitung dengan menggunakan nilai kalor neto dari masing-masing bahan bakar.

Pengecualian dari aturan umum ini, adalah untuk arang dan BBN cair yang dinyatakan dalam satuan massa 1000 ton. Namun, untuk kedua bahan bakar tersebut perlu dilaporkan rata-rata nilai kalor netonya pada Tabel 4. Nilai kalor BBN cair antara satu dengan lainnya sangat bervariasi, begitu juga dengan jenis kepadatan dan kelembapan arang. Karena tidak mungkin untuk mendapatkan nilai kalor khusus untuk setiap aliran dan produk, ahli statistik harus menghitung nilai rata-ratanya berdasarkan rincian BBN dan arang yang memadai.

Penting

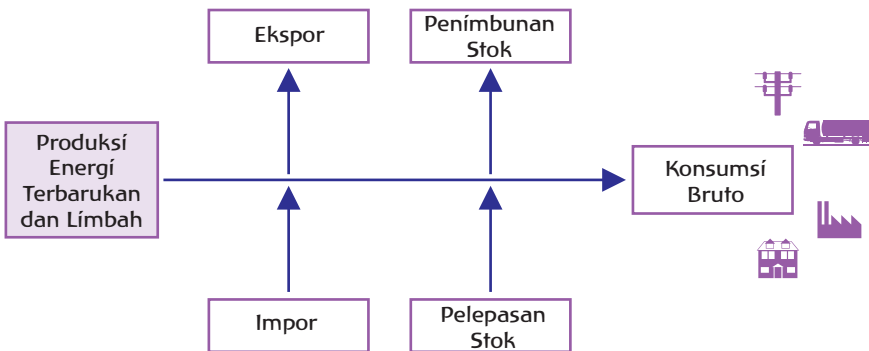
Nyatakan aliran produk dalam satuan energi: gigawatt-jam (GWh) untuk listrik dan Terajoule (TJ) berdasarkan nilai kalor neto untuk yang lainnya, kecuali untuk BBN dan arang yang dinyatakan dalam satuan massa (1000 ton).

4 Aliran Energi Terbarukan dan Limbah

Informasi umum

Diagram alir yang disederhanakan untuk ketiga kelompok produk energi terbarukan dan limbah, dari produksi sampai konsumsi, ditampilkan pada gambar 6.2. Perbedaan aliran pasokan dari ketiga kelompok energi terbarukan dan limbah tersebut akan dibahas dalam Bagian 5 di bawah ini.

Gambar 6.2 • Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan dan Limbah



Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kuesioner Energi terbarukan dan Limbah IEA melaporkan aliran dalam enam tabel. Setiap tabel menyajikan hal-hal sebagai berikut:

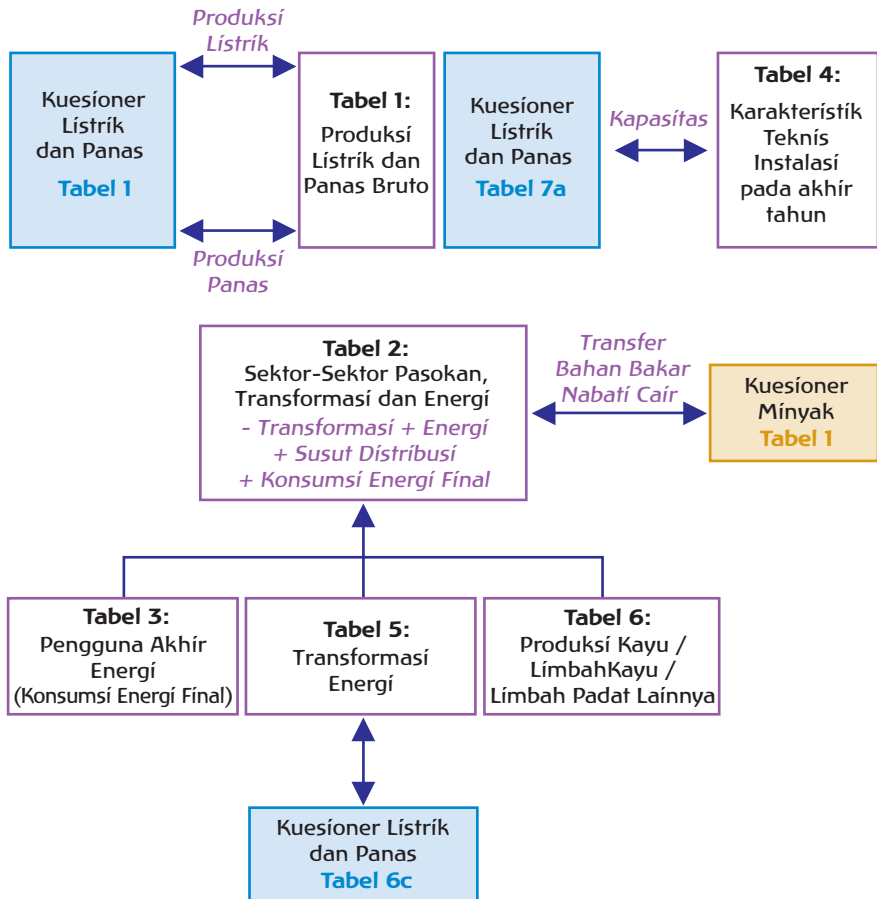
- Tabel 1: Produksi Listrik dan Panas Bruto.
- Tabel 2: Sektor-Sektor Pasokan, Transformasi dan Energi.
- Tabel 3: Penggunaan Akhir Energi (Konsumsi Final menurut Sektor).
- Tabel 4: Karakteristik Teknik dari Instalasi.
- Tabel 5: *Input* ke Pembangkit Listrik dan Panas *Autoproducer*.
- Tabel 6: (Analisis) Produksi Kayu, Limbah Kayu dan Limbah Padat lainnya.

Masing-masing tabel di atas akan diuraikan dalam paragraf berikut. Namun, ada sejumlah data dan nilai total utama yang harus dibakukan di beberapa tabel. Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 6.3.

Perlu diperhatikan bahwa angka-angka yang disajikan dalam setiap tabel harus dijumlahkan dengan benar dan total di berbagai tabel yang berbeda harus konsisten apabila terdapat keterkaitan diantara tabel-tabel tersebut. Angka total berikut ini harus konsisten diantara tabel satu dengan tabel lainnya:

- *Produksi kayu/limbah kayu dan limbah padat lainnya* dalam Tabel 2 dapat diperinci lebih lanjut dalam Tabel 6. Bilamana Tabel 6 sudah lengkap semua, total produksinya harus sama dengan produksi dalam Tabel 2.

Gambar 6.3 • Hubungan Tabel-Tabel dalam Kuesioner Energi Terbarukan & Limbah



- Jumlah data yang dicatat dalam Tabel 5a sampai dengan 5c harus konsisten dengan data yang dilaporkan pada Sektor Transformasi untuk setiap produk dalam Tabel 2.

Yang juga perlu diperhatikan adalah setiap data dan nilai total yang dilaporkan dalam kuesioner tahunan lainnya harus konsisten, apabila terdapat keterkaitan diantaranya:

- Statistik untuk Produksi Listrik dan Panas Bruto yang dilaporkan dalam Tabel 1 harus sesuai dengan produksi listrik dan panas bruto yang dilaporkan dalam aliran yang sama pada Kuesioner Tahunan Listrik dan Panas.
- Transfer produk ke industri yang tercakup dalam kuesioner-kuesioner bahan bakar lainnya (terutama BBN cair) dilaporkan dalam Tabel 2 dan harus konsisten dengan transfer produk yang dilaporkan dalam Tabel 1 dari Kuesioner Minyak.

- *Input* yang dilaporkan pada Sektor Transformasi untuk produksi listrik dan panas harus konsisten dengan *input* yang dilaporkan dalam Tabel 6 dari Kuesioner Listrik dan Panas. *Input* listrik dan panas dalam Tabel 2 harus juga konsisten dengan yang dilaporkan untuk *autoproducer* dalam Tabel 5a sampai 5c dari Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah.
- Kapasitas listrik dalam Tabel 4 harus konsisten dengan kapasitas untuk setiap teknologi yang dilaporkan dalam Tabel 7 dari Kuesioner Listrik dan Panas.

Penting

**Harap diingat hubungan antar tabel dalam kuesioner.
Nilai total yang berkaitan harus konsisten.**

5 Pasokan Energi Terbarukan dan Limbah

Sebagaimana didefinisikan pada Bagian 9 dari Bab 1- Pedoman Dasar, pasokan meliputi produksi, perdagangan dan perubahan stok. Setiap komponen dari tiga komponen tersebut akan diuraikan pada paragraf berikut ini.

Dengan adanya keragaman energi terbarukan dan produk limbah, aliran dari produksi ke konsumsi sedikit berbeda, sebagai contoh, energi angin dan sel fotovoltaik surya digunakan secara eksklusif untuk memproduksi listrik; energi panas bumi dan panas matahari tidak dikenakan perubahan stok, sedangkan produk padat, cair dan biogas dikenakan perubahan stok.

Produksi

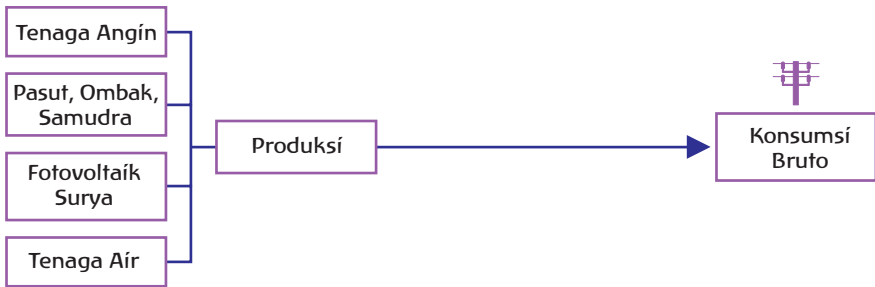
Informasi umum

Sebagaimana telah diterangkan dalam definisi Energi Terbarukan dan Limbah (Bagian 1 dari Bab ini), beberapa produk (air dan sel fotovoltaik surya) perlu ditransformasikan menjadi bentuk listrik untuk dapat dimanfaatkan. Sebagai konsekuensinya, produksi energi dari produk-produk ini, yang termasuk dalam Kelompok I di atas, dibatasi hanya untuk produksi listrik pada saat ini.

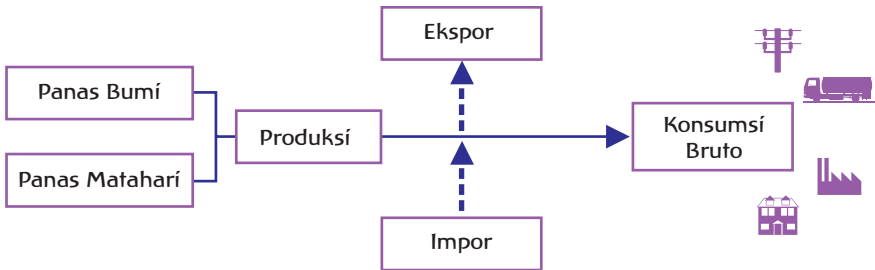
Karena beragamnya produk, produksi energi terbarukan dan limbah begitu bervariasi. Teknologi energi terbarukan dan limbah lainnya, yang termasuk dalam Kelompok II dan Kelompok III di atas, diproduksi secara terpisah, dan dapat digunakan untuk pembangkitan listrik dan panas atau dikonsumsi secara langsung untuk tujuan energi lainnya.

Produksi produk-produk Kelompok II adalah berdasarkan pada penangkapan energi panas dari kulit bumi atau dari radiasi matahari. Produksi panas bumi menggunakan teknologi pemulihan uap atau air panas (*steam or hot water recovery technology*). Produksi panas matahari menggunakan kolektor-kolektor surya untuk menghangatkan media transfer, dan panas tersebut kemudian digunakan untuk keperluan energi lainnya.

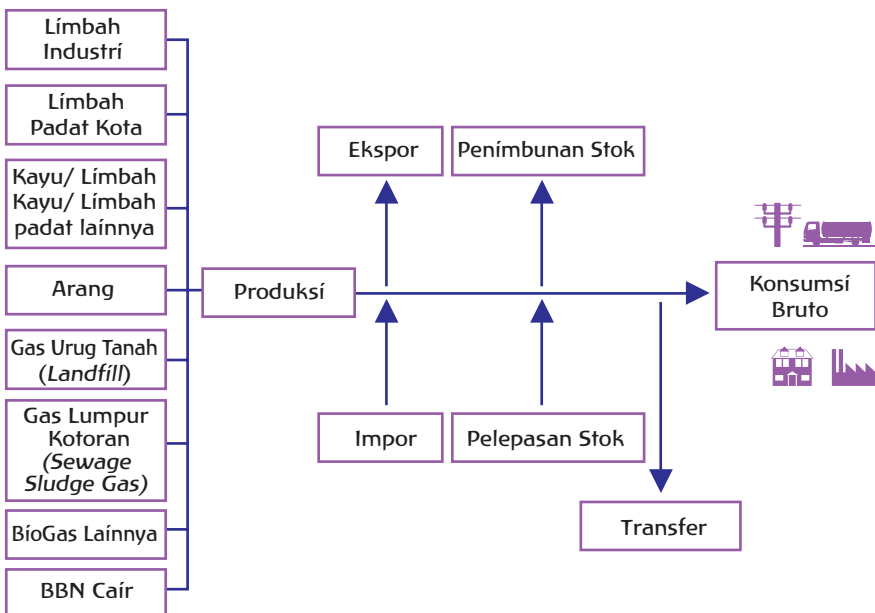
Gambar 6.4 • Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok I



Gambar 6.5 • Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok II



Gambar 6.6 • Diagram Alir Sederhana untuk Energi Terbarukan & Limbah Kelompok III



Produk kelompok III meliputi perubahan dari bahan-bahan yang dapat ataupun tidak dapat terurai secara alamiah yang berasal dari aliran limbah industri atau perkotaan, produksi materi biomassa primer atau konversi dari materi primer yang mudah terurai secara alamiah (seperti bubur kayu, lumpur kotoran dan limbah urug tanah) menjadi produk energi sekunder. Contohnya, kayu bakar dapat dibakar pada pembangkit listrik tenaga uap untuk menghasilkan listrik dan panas, ditransformasi menjadi arang atau digunakan pada tungku masak.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Statistik produksi bruto listrik dan panas dikumpulkan untuk dapat memperoleh statistik produksi Kelompok I, serta untuk memisahkan kegiatan ini dari kegiatan produk Kelompok II dan Kelompok III.

Produksi dari produk Kelompok I sepenuhnya berdasarkan pada pembangkitan listrik dan dilaporkan dalam Tabel 1 yang terkait dengan Produksi Bruto Listrik dan Panas. Ini adalah kasus produksi hidro (tenaga air) .

Mengenai produk Kelompok II dan Kelompok III, produksinya dilaporkan dalam Tabel 2. Namun, apabila produk tersebut ditransformasikan menjadi listrik dan panas, kuantitas listrik dan panas yang dihasilkan dari transformasi tersebut dilaporkan dalam Tabel 1.

Produksi energi panas bumi diukur dengan mengurangi panas dari cairan yang diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi dari panas cairan atau uap yang keluar pada saat ekstraksi dari perut bumi. Produksi panas matahari merupakan panas yang tersedia untuk media transfer panas dikurangi dengan panas yang hilang pada benda optik dan kolektor.

Produksi biomassa padat adalah nilai kalor neto dari kandungan panas dari bahan yang digunakan sebagai bahan bakar. Pengecualian dari biomassa padat adalah arang, dimana produksinya merupakan massa dari bahan tersebut setelah karbonisasi.

Produksi limbah padat industri dan limbah padat kota adalah nilai kalor neto dari kandungan panas dari bahan yang digunakan sebagai bahan bakar.

Produksi biogas adalah nilai kalor neto dari kandungan panas dari biogas, termasuk gas-gas yang dikonsumsi pada saat proses fermentasi, tetapi tidak termasuk gas yang di bakar (*flared gas*).

Produksi BBN cair adalah massa dari produk akhir yang keluar dari alat produksi.

Kuantitasnya dilaporkan dalam gigawatt-jam (GWh) untuk listrik, terajoule (TJ) untuk panas dan 1000 ton untuk arang dan BBN cair. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Produksi dari Produk-produk Kelompok I dilaporkan dalam Tabel 1.

Produksi untuk produk-produk lainnya dilaporkan dalam Tabel 2.

Impor dan Ekspor

Informasi umum

Impor dan ekspor energi terbarukan dan limbah masih sangat terbatas. Terdapat beberapa alasan terhadap rendahnya perkembangan perdagangan energi terbarukan dan limbah antara negara dan di seluruh dunia.

Pertama, karena produksi dalam Kelompok I didasarkan sepenuhnya pada pembangkitan listrik dan panas. Akibatnya, setiap perdagangan yang berkaitan dengan produksi ini bukan merupakan perdagangan energi terbarukan dan limbah melainkan perdagangan listrik dan panas. Masih sangat sulit (atau mustahil) untuk mengidentifikasi sumber listrik yang diperdagangkan. Namun, dengan adanya pembukaan pasar hijau untuk listrik mungkin akan memaksa ahli statistik untuk memperinci impor dan ekspor listrik menurut sumber produksi.

Kedua, pasokan dari produk Kelompok II melibatkan ekstraksi dan pemakaian lebih lanjut panas yang berasal dari kerak bumi atau matahari; konsekuensinya, impor dan ekspor hanya dapat mencakup pergerakan produk (dalam hal ini, dalam bentuk panas) melintasi batas nasional. Hal ini tidak mungkin terjadi.

Impor dan ekspor dari produk Kelompok III merupakan satu-satunya kemungkinan nyata untuk adanya perdagangan energi terbarukan dan limbah. Misalnya, kayu bakar dan residu hasil pertanian dapat melintasi batas nasional. Namun, rendahnya nilai kalor pada sebagian besar produk ini membuat transportasi produk ini tidak ekonomis untuk jarak jauh. Oleh karena itu, perdagangan produk Kelompok III juga ini sangat terbatas.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Total perdagangan dilaporkan dalam Tabel 2. Untuk produk energi terbarukan dan limbah, karena perdagangannya terbatas, tidak perlu untuk mengumpulkan dan melaporkan impor berdasarkan negara asal dan ekspor berdasarkan negara tujuan.

Impor dan ekspor berhubungan dengan jumlah bahan bakar yang melintasi batas politik suatu negara. Suatu produk dianggap diimpor atau diekspor apabila sudah melintasi batas nasional suatu negara, terlepas apakah sudah atau belum mendapatkan izin dari pabean.

Perdagangan listrik yang dihasilkan dari energi terbarukan dan limbah dilaporkan pada bagian listrik sebagai bagian dari total perdagangan listrik, bukan pada energi terbarukan dan limbah.

Kuantitasnya dinyatakan dalam Terajoule (TJ) untuk panas dan 1000 ton untuk arang dan BBN cair. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Impor dan ekspor dari energi terbarukan sangat terbatas; biasanya hanya berlaku untuk produk-produk Kelompok III.

Perubahan stok

Informasi umum

Apa yang telah dibahas dalam perdagangan juga berlaku pada stok. Memang, stok (dan perubahan stok) dari energi terbarukan dan limbah masih sangat terbatas, untuk beberapa alasan.

Produksi pada Kelompok I didasarkan sepenuhnya pada pembangkitan listrik dan panas, membuat penyimpanan kedua jenis energi ini sangat sulit. Produksi hidro potensial dari sistem penyimpanan dengan pompa (*pumped storage*) tidak boleh dianggap sebagai stok.

Produk Kelompok II merupakan *input* untuk berbagai pemakaian dalam sektor transformasi dan sektor konsumsi final (seperti panas bumi atau panas matahari). Namun, karena sifat alaminya, produk tersebut tidak dapat “disimpan” secara konvensional. Sebagai konsekuensinya, produk tersebut tidak memiliki data perubahan stok untuk dilaporkan dalam neraca.

Kelompok III mencakup produk yang dihasilkan dan digunakan untuk berbagai keperluan dalam sektor transformasi dan sektor konsumsi final (seperti limbah, bahan bakar kayu, biogas dan BBN cair); karena sifat alaminya, produk tersebut dapat disimpan secara konvensional. Sebagai konsekuensinya, hanya produk tersebut yang memiliki data perubahan stok yang dapat dilaporkan.

Selain itu, stok kayu bakar dan residu tanaman pertanian tidak stabil sepanjang waktu karena beberapa fenomena, seperti produksi metan. Oleh karena itu, stok produk tersebut biasanya musiman dan tergantung pada budaya (tebu, kelapa sawit, dll).

Terakhir, karena jumlah stok sangat terbatas dan lokasinya sangat terpencil dan jauh, maka sangat sulit untuk memperoleh gambaran yang tepat mengenai stok dari energi terbarukan dan limbah, dan juga perubahan stoknya.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Hanya perubahan stok yang dilaporkan dalam Tabel 2. Suatu Perubahan stok sama dengan tingkat stok pada saat pembukaan dikurangi dengan tingkat stok pada saat penutupan. Jadi angka negatif menunjukkan adanya penimbunan stok, sedangkan angka positif menunjukkan adanya pelepasan stok.

Pembukaan adalah tingkat stok pada hari pertama dari jangka waktu yang diminta; sedangkan stok penutupan adalah tingkat stok pada akhir periode waktu tersebut. Misalnya untuk tahun kalender, stok pembukaan adalah tingkat stok tanggal 1 Januari, sedangkan stok penutupan diukur pada tanggal 31 Desember.

Kuantitasnya dinyatakan dalam Terajoule (TJ) untuk panas dan 1000 ton untuk arang dan BBN cair. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Perubahan stok dari energi terbarukan dan limbah sangat terbatas; mencakup terutama produk-produk Kelompok III.

Produk yang Ditransfer

Informasi umum

Jumlah BBN cair yang dikirim ke kilang-kilang minyak atau fasilitas-fasilitas produk minyak lainnya dan digunakan untuk pencampuran dengan atau sebagai aditif (bahan tambahan) produk minyak lainnya, merupakan produk yang ditransfer. Bahan bakar tersebut tidak dikirim untuk konsumsi final, melainkan dicampur atau ditambahkan pada produk minyak sebelum konsumsi akhirnya.

Bahan bakar tersebut termasuk misalnya *biofuel* yang digunakan untuk persiapan biodiesel.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Laporkan jumlah BBN cair yang tidak dikirim untuk konsumsi final tetapi digunakan dengan produk minyak lainnya yang dilaporkan dalam Kuesioner Minyak.

Karena *transfer* hanya berlaku untuk BBN cair, jumlahnya dinyatakan dalam 1000 ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Transfer hanya berlaku untuk BBN cair.

6

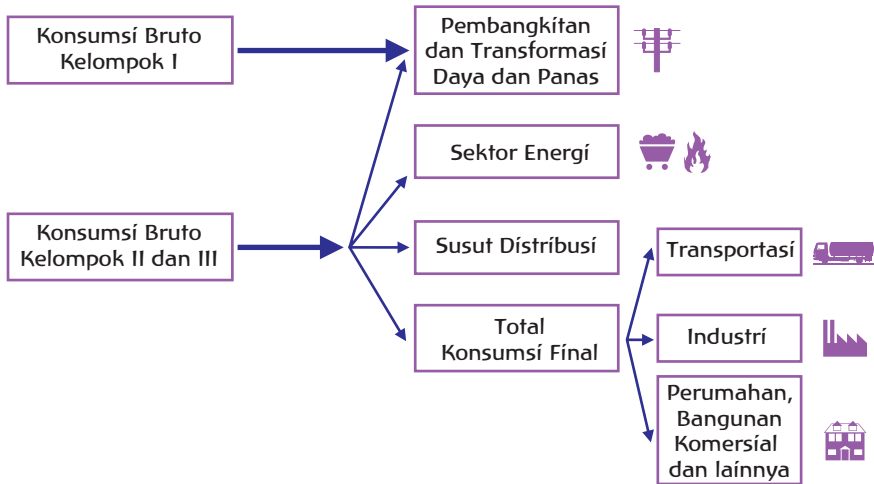
Konsumsi Energi Terbarukan dan Limbah

Produk-produk Kelompok I mengarah kepada pembangkitan langsung listrik dan panas, sebagai akibatnya, konsumsi dari produk tersebut tidak termasuk dalam analisis konsumsi energi terbarukan dan limbah, melainkan pada analisis seluruh konsumsi listrik dan panas.

Sedangkan untuk konsumsi produk-produk energi terbarukan dan limbah dari Kelompok II dan Kelompok III, terjadi pada beberapa sektor:

- Dalam sektor transformasi.
- Oleh industri energi dalam sektor energi.
- Dalam berbagai sektor dan cabang dari konsumsi final (industri, transportasi, pemukiman, jasa, pertanian, dll).

Gambar 6.7 • Konsumsi Energi Terbarukan dan Limbah menurut Sektor



Konsumsi Energi Terbarukan dan Limbah dalam Sektor Transformasi

Informasi umum

Transformasi melibatkan penggunaan bahan bakar primer untuk menghasilkan atau membangkitkan produk energi sekunder. Contoh yang paling jelas adalah pembangkitan listrik atau panas dengan bahan bakar terbarukan dan limbah.

Bahan bakar terbarukan terutama kayu bakar dan lainnya (tempurung kelapa, dll), digunakan untuk pembuatan arang; arang diproduksi pada pabrik arang atau di lokasi yang dekat dengan sumbernya seperti di hutan. Pabrik arang merupakan fasilitas yang digunakan untuk melakukan disitilasi penghancuran dan pirolisa dari kayu atau bahan vegetasi lainnya untuk pembuatan arang. Tergantung pada teknologi yang digunakan untuk menghasilkan arang, efisiensi dapat bervariasi dalam perbandingan 1 hingga 3. Efisiensi dapat diukur baik sebagai rasio massa (ton arang per ton kayu) atau energi (kandungan energi arang per kandungan energi kayu).

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Konsumsi transformasi dilaporkan dalam Tabel 2.

Sektor Transformasi mencakup statistik pembangkitan listrik dan panas menurut jenis pembangkit (yaitu listrik saja, panas saja atau kombinasi listrik dan panas) dan menurut jenis produsennya (yaitu publik dan *autoproducer*). Untuk informasi lebih lanjut tentang berbagai kategori ini, dapat lihat Lampiran 1, Bagian 1.

Sektor Transformasi juga mencakup *input* kayu dan bahan vegetasi lain yang digunakan untuk produksi arang. Bila *input* tersebut tidak diketahui, ahli statistik harus membuat perkiraan besarnya *input* tersebut berdasarkan efisiensi *input/output* yang sesuai dengan teknologi yang digunakan untuk produksi.

Kuantitasnya dinyatakan dalam terajoule, kecuali arang dan BBN cair yang dinyatakan dalam 1000 ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Laporkan dalam sektor transformasi pasokan-pasokan energi yang ditransformasikan ke dalam bentuk energi lain.

Konsumsi energi terbarukan dan limbah dalam sektor energi

Informasi umum

Konsumsi sektor energi termasuk "pemakaian sendiri." Ini meliputi bahan bakar energi terbarukan dan limbah yang digunakan oleh industri energi untuk mendukung produksi energi. Beberapa contohnya adalah penggunaan arang untuk memanaskan fasilitas pabrik arang dan penggunaan biogas untuk memanaskan lumpur kotoran atau tangki-tangki fermentasi biogas lainnya.

Jumlah yang dilaporkan untuk kilang-kilang minyak sebaiknya tidak termasuk jumlah yang ditransfer ke kilang-kilang minyak untuk digunakan dalam pencampuran atau sebagai aditif.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Konsumsi sektor energi dilaporkan dalam Tabel 2.

Laporkan konsumsi sendiri dari biogas yang diperlukan untuk menjaga temperatur fermentasi anaerobik pada fasilitas biogas; dan konsumsi sendiri dari bahan bakar energi terbarukan dan limbah yang dipakai untuk menunjang pengoperasian pabrik arang, juga, jika relevan, pembangkitan listrik, panas maupun kombinasi keduanya (CHP).

Semua kuantitas dilaporkan dalam terajoule, kecuali arang dan BBN cair yang harus dilaporkan dalam 1000 ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Sektor Energi mencakup energi yang digunakan untuk mendukung aktivitas transformasi.

Jumlah yang dilaporkan untuk kilang-kilang minyak harus tidak mencakup jumlah yang ditransfer ke kilang minyak untuk digunakan dalam pencampuran atau sebagai aditif.

Susut distribusi energi terbarukan dan limbah

Informasi umum

Bahan bakar energi terbarukan dan limbah Kelompok II dan Kelompok III mengalami susut selama penyimpanan dan transportasi. Misalnya, bahan padat seperti potongan-potongan kayu, limbah kota dan limbah pertanian mengalami dispersi (penyebaran) akibat angin dan air sewaktu berada di lokasi penyimpanan dan/atau saat pengangkutan. Demikian pula, fasilitas transportasi biogas bisa mengalami kebocoran.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Susut distribusi dilaporkan dalam Tabel 2.

Jumlah susut distribusi dilaporkan dalam terajoule, kecuali arang dan BBN cair yang harus dilaporkan dalam 1000 ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Biogas yang dibuang ke udara harus dilaporkan dalam susut distribusi.

Biogas yang dibakar (flared) tidak boleh dilaporkan dalam susut distribusi tetapi dalam sektor energi.

Konsumsi Final Energi Terbarukan dan Limbah

Informasi umum

Konsumsi final adalah semua bahan bakar energi terbarukan dan limbah dalam Kelompok II dan Kelompok III yang dikirim ke konsumen di sektor-sektor industri, transportasi dan lainnya, tidak termasuk bahan bakar yang digunakan untuk transformasi atau dalam industri penghasil energi. Cabang-cabang dari tiga sektor utama dibahas dalam Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 8.

Pada sektor industri, konsumsi energi terbarukan dan limbah terbesar terdapat di dua sub-sektor: industri kertas, bubur kertas dan percetakan, serta industri kayu dan produk kayu (Tabel 3). Sebagai contoh, kedua sub-sektor tersebut mencakup sekitar 80% dari konsumsi final energi terbarukan dan limbah semua negara anggota OECD.

Konsumsi energi terbarukan dan limbah pada sektor transportasi masih sangat terbatas, kurang dari 1% konsumsi transportasi global. Namun, pangsa energi terbarukan dalam transportasi sangat bervariasi antara negara satu dengan negara lainnya, misalnya di Brazil, pangasanya lebih dari 15% oleh karena Brazil

mempunyai program penggunaan ethanol untuk transportasi secara besar-besaran. Penggunaan lain adalah mobil tenaga surya (fotovoltaik) walaupun saat ini masih dalam tahap prototipe.

Bagian terbesar (lebih dari 80%) dari konsumsi final energi terbarukan dan limbah terjadi di sektor-sektor lain, terutama di perumahan dan komersial. Selain itu, lebih dari 90% dari konsumsi ini terjadi di negara-negara non-OECD. Biomassa, dan sebagian besar kayu bakar mempunyai pangsa terbesar dalam konsumsi energi final. Kayu bakar kayu ini kebanyakan digunakan untuk memasak, pemanasan dan air panas.

Di banyak negara, kayu bakar dikumpulkan sendiri, oleh karena itu sulit untuk mendapatkan angka statistik yang dapat diandalkan pada konsumsi final (serta pada pasokan). Mengingat biaya survei yang mahal, maka pelaksanaannya harus dilakukan dalam periode tertentu (setiap lima tahun misalnya); ekstrapolasi berdasarkan beberapa elemen seperti pertumbuhan penduduk dan tingkat urbanisasi, perlu digunakan sebagai pendekatan apabila data survei tidak tersedia.

Produksi biomassa untuk konsumsi final semakin sulit dicatat karena sebagian besar kayu tidak dipasarkan tetapi dikumpulkan sendiri. Sebagai pendekatan pertama, apabila biomassa tidak ditransformasikan (misalnya pada arang), produksi dapat dianggap sama dengan konsumsi. Namun apabila memungkinkan, disarankan untuk melakukan survei konsumsi dan survei pasokan dari produksi ke penjualan.

Untuk melengkapinya, harus ditambahkan bahwa ada beberapa unsur (seperti angin untuk kapal layar, atau panas dari matahari untuk pemanasan rumah) yang tidak dipertimbangkan dalam konsumsi final. Jika unsur-unsur tersebut dipertimbangkan, pangsa keseluruhan dari energi terbarukan dan limbah akan menjadi lebih tinggi.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Konsumsi energi final, atau Pengguna Akhir Energi, dilaporkan dalam Tabel 3.

Jumlah yang dilaporkan termasuk bahan bakar yang digunakan untuk pembangkitan panas yang digunakan sendiri, bahan bakar untuk uap proses, tungku-tungku, oven dan fasilitas-fasilitas serupa. Angka-angka yang dilaporkan sebagai konsumsi bahan bakar oleh perusahaan-perusahaan harus tidak mencakup jumlah yang digunakan untuk pembangkitan listrik dan panas yang dijual kepada pihak ketiga. Jumlah ini harus dilaporkan dalam Sektor Transformasi pada Tabel 2.

Semua kuantitas dilaporkan dalam terajoule, kecuali arang dan BBN cair yang dilaporkan dalam 1000 ton. Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Konsumsi energi final tidak termasuk bahan bakar yang digunakan untuk transformasi atau industri-industri energi.

7 Ketentuan Tambahan untuk Kuesioner Bersama tentang Energi Terbarukan dan Limbah

Karakteristik teknis instalasi, nilai kalor neto, produksi kayu dan limbah padat lain

Informasi umum

Pembahasan mengenai perubahan iklim tidak diragukan lagi mendorong pengembangan energi guna mengurangi emisi gas rumah kaca terutama dari negara-negara yang tergabung dalam Annex 1 Peserta Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim PBB (UNFCCC); sehingga ada kepentingan besar untuk memantau perkembangan ini dan oleh karena itu untuk memperkuat pelaporan dan penyebaran informasi mengenai energi terbarukan dan limbah secara tepat waktu dan dapat diandalkan. Hal ini merupakan tantangan besar karena sebagian besar dari energi terbarukan tidak dipasarkan secara komersial dan/atau terletak di daerah terpencil.

Sebagai akibatnya, ada kebutuhan untuk mengumpulkan informasi yang lebih spesifik dari beberapa produk tersebut untuk tidak hanya memantau perkembangan tahunannya tetapi juga untuk membuat perbandingan dengan negara lain.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Kelengkapan informasi lain yang diperlukan menyangkut karakteristik teknis dari tiga jenis instalasi (pembangkit listrik, kolektor solar dan pabrik BBN cair), rata-rata nilai kalor neto dari BBN cair dan arang, serta produksi kayu dan limbah padat lainnya.

Karakteristik teknis instalasi (kapasitas pembangkitan listrik, permukaan kolektor solar, pembangkit BBN dan kapasitas pabrik BBN cair dan rata-rata nilai kalor neto dari BBN cair dan arang) dilaporkan dalam Tabel 4.

Kapasitas *pumped storage* tenaga air harus tercakup dalam total semua pembangkit Tenaga Air (Hidro). Dalam melaporkan data rinci hidro, *pumped storage* harus dilaporkan secara terpisah. Kapasitas hidro ini selanjutnya dipisahkan ke dalam tiga kategori berdasarkan ukuran. Kapasitas harus diberikan terhadap satu kategori ukuran pada tingkat "pembangkit." Data hidro terinci yang dilaporkan berdasarkan ukuran, ditambah dengan kapasitas *pumped storage* harus sama dengan angka yang dilaporkan untuk "semua pembangkit Hidro".

Data kapasitas yang dilaporkan untuk fasilitas pembangkit listrik energi terbarukan dan limbah pada Tabel 4 dari Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah harus sama dengan kapasitas yang dilaporkan pada Kuesioner Listrik dan Panas tahunan (Tabel 7). Ahli statistik diharapkan berkoordinasi dengan staf yang bertanggung jawab mengisi kuesioner ini ketika statistik kapasitas diperoleh.

Nilai kalor BBN cair dan arang tergantung pada jenis bahan yang digunakan untuk membuat produk tersebut dan proses yang digunakan untuk membuatnya. Penyedia data, atau ahli di bidang sektor energi ini, harus dimintai konsultasi untuk menentukan statistik tersebut.

Sebelum ada Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah tahunan, beberapa statistik energi terbarukan dan limbah dikumpulkan dalam Kuesioner Batubara tahunan. Berbagai data tersebut, yang berkaitan dengan kayu, limbah kayu dan limbah padat lain dipisahkan dengan lebih rinci dalam kuesioner tersebut dibandingkan dengan Kuesioner Energi Terbarukan dan Limbah saat ini. Agar supaya negara-negara anggota dapat tetap memelihara seri data yang telah dikumpulkan, Tabel 6 telah dimasukkan untuk menampung koleksi statistik yang lebih rinci dari komoditas-komoditas ini.

Kayu merujuk pada kayu bakar saja. Kayu yang diproduksi untuk pemakaian non-energi tidak dilaporkan. "Materi vegetasi lain" merujuk pada tanaman yang dihasilkan untuk keperluan energi, limbah pertanian seperti kulit gandum dan potongan pohon, serta limbah padat binatang dan kotoran. Limbah kayu mencakup material seperti serbuk gergaji dan potongan-potongan kulit kayu (*bark chips*). Lindi hitam (*black liqour*) adalah media cair yang dihasilkan dalam proses pembuatan kertas yang kandungannya adalah lignin, selulosa dan bahan kimia pencerna (*digester*), yang "dibakar" untuk memperoleh kembali bahan kimianya dan mengekstraksi energinya.

Karakteristik teknisnya harus dilaporkan dalam MWe untuk kapasitas pembangkit listrik; 1000m² untuk kolektor solar (Solar cell); ton per tahun (ton/thn) untuk BBN cair; dan kilojoule per kilogram (kJ/kg) untuk rata-rata nilai kalor netonya. Produksi kayu/limbah kayu/limbah padat Lainnya harus dilaporkan dalam terajoule (neto). Semua angka harus dibulatkan (tanpa koma) dan tidak boleh bernilai negatif.

Penting

Silahkan isi Tabel 4 dan Tabel 6 menurut informasi spesifik yang telah diuraikan di atas.

Input pada Pembangkitan Listrik dan Panas *autoproducer*

Informasi umum

Dengan meningkatnya kepentingan pembahasan lingkungan, identifikasi konsumsi bahan bakar total di setiap sektor industri dan pemakai energi semakin penting, sehingga dapat dikembangkan usaha-usaha konservasi energi yang sesuai untuk masing-masing sektor, yang dapat menghemat energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Untuk informasi umum dan definisi *autoproducer*, silakan lihat Bab 2, Listrik dan Panas, Bagian 1.

Informasi spesifik terkait dengan kuesioner bersama

Input untuk pembangkitan listrik dan panas *autoproducer* ditampilkan pada Tabel 5a sampai dengan 5c.

Tabel tersebut memberikan informasi penggunaan bahan bakar oleh *autoproducer* listrik dan panas yang dijual sesuai dengan aktivitas ekonomi utama mereka. Tabel tersebut dibedakan menjadi tiga bagian sesuai dengan tiga jenis pembangkit; listrik saja, CHP, dan panas saja. Data ini digunakan untuk menelusuri *input* bahan bakar dan keluaran listrik dan panas oleh *autoproducer* sebagai bagian dari upaya PBB untuk mengetahui emisi CO₂ oleh sektor tertentu.

Khusus untuk pembangkit CHP, pelaporan secara terpisah tentang jumlah bahan bakar yang digunakan untuk produksi listrik dan panas memerlukan metode untuk membagi total bahan bakar yang digunakan menurut kedua jenis *output* tersebut. Pembagian tetap diperlukan meskipun tidak ada panas yang dijual, karena bahan bakar yang digunakan untuk produksi listrik harus dilaporkan pada sektor transformasi. Metode yang diusulkan dijelaskan dalam Lampiran I dan Bab I dari buku Manual dan harus diikuti dengan teliti.

Perlu diingat bahwa angka-angka total yang ditampilkan dalam tabel ini harus sama dengan angka-angka total masing-masing yang dilaporkan dalam Sektor Transformasi. Selain itu perlu dicatat bahwa tabel yang sama terdapat dalam Kuesioner Listrik dan Panas (Tabel 5). Untuk menghindari pelaporan yang tidak konsisten, silakan menghubungi personil yang bertanggung jawab untuk pengisian kuesioner listrik di negara anda.

Penting

Laporkan energi terbarukan dan limbah yang digunakan oleh autoproducer sebagai input dari produksi listrik dan panas (yang dijual) pada sektor masing-masing.

Neraca Energi



1 Mengapa Perlu Membuat Neraca?

Statistik energi yang dinyatakan dengan satuan alaminya (fisik) dan disajikan dalam bentuk neraca komoditas antara pasokan dan pemakaian komoditas-komoditas energi merupakan cara untuk memeriksa kelengkapan data disamping juga sebagai cara sederhana untuk mengumpulkan statistik dari masing-masing komoditas agar data utama diperoleh dengan mudah. Namun, karena bahan bakar diperdagangkan atas dasar sifat pengadaan panasnya (*heat raising properties*) serta daya konversinya menjadi berbagai produk bahan bakar, maka akan bermanfaat bila data pasokan dan pemakaian komoditas energi juga disajikan dalam satuan energi. Format yang diadopsi tersebut dinamakan neraca energi dan format ini memungkinkan pemakai untuk mengetahui efisiensi dari proses konversi serta peranan berbagai pasokan bahan bakar dalam kontribusinya terhadap perekonomian nasional.

Neraca energi juga merupakan titik awal penyusunan berbagai indikator konsumsi energi (misalnya konsumsi per kapita atau per satuan GDP) serta efisiensi energi. Ahli statistik juga menggunakan neraca energi untuk memeriksa keakuratan data yang terkumpul, karena energi yang bertambah atau energi yang hilang dalam jumlah besar dalam proses konversi dapat mengindikasikan adanya permasalahan dalam data.

2 Neraca Komoditas

Neraca komoditas dan bagian-bagian utamanya telah sebagian besar dijelaskan pada Bab 1- Pedoman Dasar, Bagian 9 - Bagaimana Data Energi Disampaikan? Pada prinsipnya, neraca komoditas harus dibuat pada tingkat nasional untuk setiap komoditas energi yang digunakan, sesedikit apapun pemakaiannya dan walaupun beberapa komoditas ada yang dikelompokkan untuk tujuan tertentu. Neraca tersebut harus dianggap sebagai kerangka dasar untuk statistik energi nasional dan sebagai sarana perhitungan berharga dalam membuat neraca energi, membuat pengelompokan yang lebih besar serta dalam melihat kualitas data melalui baris Perbedaan Statistik.

Bila terdapat perbedaan statistik yang signifikan, para ahli statistik nasional harus mengetahui penyebabnya karena perlu diidentifikasi data mana yang salah atau tidak lengkap. Namun, data tidak selalu dapat diperbaiki, sehingga dalam hal ini, perbedaan statistik tersebut tidak boleh diubah agar terlihat jelas besarnya permasalahan.

Menentukan apakah suatu perbedaan statistik harus diketahui penyebabnya atau tidak hanyalah suatu masalah penilaian saja. Persentase perbedaan yang mungkin dapat diterima akan tergantung pada besarnya pasokan komoditas. Untuk pasokan komoditas utama, seperti gas bumi atau listrik, harus diusahakan untuk menjaga perbedaan statistik di bawah satu persen. Di sisi lain, untuk komoditas minor atau bukan utama seperti ter (*tars*) dan minyak dari *coke ovens* (dapur-dapur kokas), kesalahan 10% masih dapat ditoleransi.

Dalam kondisi tertentu, neraca komoditas yang disusun dari data yang dilaporkan kepada ahli statistik, mungkin juga menunjukkan perbedaan statistik nol (neraca “tertutup”). Kondisi seperti ini memang diharapkan, namun juga perlu dicurigai karena ini menunjukkan adanya kemungkinan beberapa statistik lainnya dalam neraca telah disesuaikan atau diduga untuk menghasilkan neraca yang seimbang. Ini biasanya terjadi bila data berasal dari satu pelapor (misalnya dari kilang minyak atau pabrik besi dan baja) yang memiliki semua data yang diperlukan dalam menyusun neraca dan karena itu bisa menyesuaikan angka untuk menjadikan neraca tersebut “tertutup”. Sebagai bahan informasi dan untuk memahami permasalahan data yang dihadapi oleh perusahaan yang bersangkutan, ahli statistik harus mengetahui angka-angka mana saja yang telah disesuaikan untuk membuat neraca seimbang.

3 Neraca Energi

Menyusun neraca energi dari neraca komoditas sangatlah penting karena memungkinkan adanya pengecekan data lebih lanjut serta memudahkan pengguna untuk melihat hubungan-hubungan penting pada data yang tidak ditemukan dalam neraca komoditas.

Transformasi dari neraca komoditas ke neraca energi digambarkan secara skematis pada Gambar 7.1 di bawah ini.

Gambar 7.1 • Proses Penyusunan Neraca Energi



Langkah pertama adalah melakukan konversi dari satuan fisik (alami) pada neraca komoditas ke satuan energi yang telah disepakati dengan cara mengalikannya dengan nilai konversi yang setara untuk masing-masing satuan fisik. Organisasi-organisasi energi internasional seperti IEA dan Eurostat menggunakan satuan energi ton setara minyak (*ton oil equivalent/toe*) untuk neracanya, dimana satu ton setara minyak (*toe*) sama dengan 41,868 gigajoule (lihat Lampiran 3 untuk pembahasan satuan dan kesetaraan konversi). Banyak negara menggunakan terajoule sebagai satuan untuk neraca energi nasional mereka.

Proses mengubah format sebenarnya hanya penyusunan neraca komoditas yang telah dikonversi sehingga saling berdampingan satu sama lain, kemudian mengatur ulang beberapa baris dalam neraca dan memasukkan suatu tanda konvensi pada sektor transformasi. Penyajian neraca energi dari suatu organisasi dapat berbeda-beda tergantung pada konvensi dan kepentingannya. Khusus untuk IEA dan Eurostat, perbedaan penyajian format neraca energinya akan dijelaskan lebih lengkap pada akhir bab ini.

Menetapkan suatu nilai energi untuk produksi energi primer

Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 3, membahas tentang nilai produksi energi primer yang dapat dipakai sebagai ukuran untuk keperluan statistik dan bagaimana

menetapkan bentuk energi primer untuk tujuan perhitungan energi. Sebagai contoh, produksi bruto listrik dari pembangkit tenaga air dipilih sebagai energi primer daripada energi kinetis air terjun karena tidak ada manfaat statistik mengadopsi energi kinetis sebagai energi primer. Namun begitu, hal ini tidak menunjukkan bagaimana besaran energi yang dipilih sebagai bentuk energi primer itu dihitung. Oleh karena itu, untuk mengukur besarnya energi primer pada umumnya ditetapkan dari jumlah listrik yang dihasilkan.

Metode substitusi parsial (sebagian)

Pada awal adanya metodologi neraca energi, metode substitusi parsial digunakan untuk menghitung produksi energi primer. Dengan metode ini, nilai energi dari produksi listrik sama dengan jumlah hipotesis bahan bakar yang diperlukan untuk memproduksi jumlah listrik yang identik pada sebuah pembangkit listrik termal menggunakan bahan bakar yang mudah terbakar.

Keuntungan dari metode ini adalah untuk membatasi keragaman total pasokan energi nasional akibat perubahan produksi listrik primer di negara-negara yang sebagian besar produksi listriknya menggunakan bahan bakar yang mudah terbakar. Sebagai contoh, di tahun-tahun yang sedikit curah hujannya, produksi listrik dari pembangkit listrik tenaga air akan menurun. Kekurangan pasokan listriknya akan dikompensasi dari pembangkit-pembangkit yang menggunakan bahan bakar yang diproduksi sendiri maupun diimpor. Namun, karena rendahnya efisiensi pembangkit listrik tenaga uap (umumnya sebesar 36%), maka jumlah energi yang lebih besar dalam bentuk bahan bakar diperlukan untuk mengimbangi kerugian listrik dari pembangkit listrik tenaga air. Ketidakseimbangan ini dapat diatasi dengan mensubstitusi nilai energi dari produksi tenaga air hampir tiga kali lipat ($1/0.36$) kandungan energi dalam kondisi/bentuk fisiknya.

Prinsip ini tidak lagi digunakan karena sedikit pengaruhnya terhadap negara-negara yang pasokan listriknya terutama bergantung pada tenaga air. Disamping itu juga, karena sukarnya menentukan nilai substitusi yang sebenarnya, akibat ketergantungan terhadap efisiensi produksi listrik marjinal. Substitusi parsial juga tidak memberi efek nyata pada neraca energi karena adanya susut transformasi yang tidak memiliki dasar secara fisis.

Kandungan energi fisik (dalam kondisi fisiknya)

Prinsip yang sekarang diadopsi adalah metode "kandungan energi fisik" dimana nilai energi dari energi primer dalam kondisi fisiknya digunakan sebagai angka produksinya. Untuk listrik primer, nilai ini adalah angka produksi bruto pembangkitnya. Perlu hati-hati bila ingin menyatakan persentase kontribusi berbagai sumber produksi listrik nasional. Karena tidak adanya proses transformasi produksi listrik primer dalam neraca energi, presentase kontribusi dari listrik tenaga uap dan primer tidak dapat dihitung dengan menggunakan dasar "input bahan bakar". Oleh karena itu, berbagai macam kontribusi tersebut harus dihitung dari jumlah listrik yang dihasilkan setiap pembangkit yang diklasifikasikan berdasarkan sumber energinya (batubara, nuklir, air, dll.) Dalam kasus pembangkitan listrik dari panas primer (nuklir dan panas bumi), panas tersebutlah yang merupakan energi primernya. Karena adanya kesulitan memperoleh pengukuran arus panas yang menuju turbin, maka sering dilakukan estimasi *input* panas tersebut.

Aplikasi prinsip kandungan “energi fisik”

Produksi panas nuklir

Estimasi kandungan panas uap dari reaktor hanya digunakan jika nilai yang sebenarnya tidak tersedia. Negara-negara anggota Uni Eropa melaporkan uap yang diproduksi dari pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) kepada Eurostat setiap bulannya. Dalam hal ini, tidak perlu dibuat estimasi uap yang diproduksi. Lain halnya dengan negara non-anggota Uni Eropa yang merupakan anggota IEA dan ECE yang tidak mempunyai informasi yang serupa. Untuk negara-negara tersebut, IEA memperhitungkan produksi panas primer PLTN dari produksi bruto listrik dengan menggunakan efisiensi termal sebesar 33%. Seperti yang tercantum dalam Bab 1 - Pedoman Dasar, Bagian 8, ada sebagian uap dari reaktor yang langsung digunakan untuk tujuan lain selain pembangkit listrik. Dalam hal ini, perkiraan nilai produksi primer harus disesuaikan untuk mencakup hal tersebut.

Prinsip menggunakan uap dari reaktor nuklir sebagai energi primer untuk statistik energi memiliki efek yang penting pada indikator ketergantungan pasokan energi. Pada konvensi saat ini, panas nuklir primer muncul sebagai sumber dalam negeri. Namun, sebagian besar negara yang menggunakan tenaga nuklir mengimpor bahan bakar nuklirnya, dan jika hal ini dipertimbangkan, maka akan mengakibatkan peningkatan ketergantungan pasokan pada negara-negara lain.

Produksi panas geothermal (panas bumi)

Panas primer dari sumber panas bumi juga digunakan dalam pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) dan penyesuaian perhitungan/perhitungan mundur yang serupa untuk pasokan panas juga dilakukan apabila kuantitas uap yang dipasok ke pembangkit tidak diketahui. Dalam hal ini, efisiensi termal yang digunakan adalah 10%. Angka tersebut hanyalah perkiraan dan mencerminkan rendahnya kualitas uap yang tersedia dari sumber panas bumi. Perlu ditekankan di sini, jika data *input* uap secara umum pada PLTP tersedia, maka data tersebut harus digunakan dalam menentukan produksi panas dari panas bumi.

Produksi dan pemakaian listrik pada pembangkit tenaga air *pumped storage* (pompa simpan)

Listrik tenaga air juga dapat diproduksi dari arus air yang diambil dari bendungan (waduk) yang khusus diisi dengan memompa air dari sungai atau danau yang lebih rendah letaknya. Pembangkit tenaga air *pumped storage* menggunakan listrik (yang diambil dari jaringan nasional) sewaktu permintaan rendah (biasanya di malam hari) untuk memompa air ke atas bendungan yang kemudian digunakan untuk menghasilkan listrik di saat permintaan listrik puncak ketika biaya marjinal pembangkit listrik lebih tinggi. Lebih sedikit listrik yang diproduksi dibanding yang digunakan untuk memompa air ke atas bendungan. Namun, prosedur ini akan tetap ekonomis bila biayanya lebih rendah dan tidak menggunakan stasiun pembangkit tenaga uap yang kurang efisien dalam memproduksi listrik yang sama jumlahnya.

Karena listrik yang diperlukan untuk memompa air ke atas bendungan diproduksi dari pembangkit yang menggunakan bahan bakar yang sudah diperhitungkan dalam neraca energi (produksi dalam negeri atau impor), maka bila pembangkit

tenaga air *pumped storage* beraliran listrik hidro alami dimasukkan ke dalam neraca tersebut akan terjadi perhitungan ganda (*double counting*) kandungan energi dari pembangkitan tenaga air *pumped storage* di Konsumsi Domestik Bruto (*Gross Inland Consumption*) (Eurostat) atau total pasokan energi primer (TPES) IEA. Oleh karena itu dalam neraca energi, pembangkitan dengan tenaga air *pumped storage* tidak termasuk bagian dari pembangkitan listrik dengan tenaga air (PLTA).

Energi yang hilang pada saat memompa, yaitu perbedaan antara kuantitas listrik yang dipakai untuk pemompaan dengan yang diproduksi pada pembangkit tenaga air *pumped storage*, tercatat di "konsumsi cabang energi (*consumption of the energy branch*)" Eurostat, di bawah kolom Energi Listrik (*Electrical Energy*).

Produksi panas dari pompa-pompa panas (heat pumps)

Pada umumnya, pengumpulan data pemakaian listrik oleh pompa-pompa panas serta panas yang dihasilkannya tidak akan menimbulkan masalah yang berhubungan dengan definisi-definisi dalam aliran energi. Permasalahan koleksi data biasanya timbul ketika mencoba mencari kegunaan pompa panas dan melaporkannya. Representasi (gambaran) tentang jumlah listrik yang dipakai dan panas yang dipasok di dalam neraca energi, di sisi lain, merupakan suatu pekerjaan yang lebih sulit sehingga dikembangkan pendekatan yang sederhana untuk mengatasi hal tersebut.

Kandungan energi dalam *output* (keluaran) bersuhu lebih tinggi dari suatu pompa panas merupakan penjumlahan panas yang diekstraksi dari sumber yang lebih dingin dan energi listrik yang diperlukan untuk menjalankan pompa. Panas yang diekstraksi dapat diperkirakan dengan mengurangi pemakaian listrik dari *output* total energinya. Panas yang diekstraksi dianggap sebagai panas "baru" dan termasuk dalam produksi panas dalam negeri. Listrik yang dipakai untuk mengoperasikan pompa dilaporkan sebagai *input* untuk proses transformasi di bawah judul "Pompa Panas". *Output* panas dari proses transformasi terkait (sama jumlahnya dengan *input* listrik) akan tercakup dalam total *output* pompa panas. Dengan cara ini pemakaian energi dari pompa akan teridentifikasi dan total *output* nya dimasukkan dalam pasokan panas. Perlu diketahui bahwa sektor transformasi berjudul "Pompa panas" tidak muncul dalam neraca yang dipublikasikan karena terlalu kecil untuk dilaporkan. Namun, listrik yang dipasok dan panas yang dihasilkan dari pompa tersebut merupakan bagian dari angka yang disajikan pada "Transformasi Lain" dalam neraca energi IEA.

Produksi gas *blast-furnace* (tanur tñgi)

Gas *blast-furnace*, yang dihasilkan selama proses produksi besi dalam *blast furnace*, merupakan bahan bakar produk dari proses tersebut yang dikonsumsi *blast furnace*, dibagian lain pada lokasi pabrik, dan terkadang dijual juga ke perusahaan lainnya. *Blast furnace* tidak dirancang sebagai sebuah perangkat konversi bahan bakar tetapi bersifat seperti itu. Untuk melacak dan menghitung bahan bakar dan aliran energi, *input* ke dan *output* dari *blast furnace* harus dibagi antara matriks transformasi dan sektor energi. Lampiran 1, Bagian 3, menjelaskan prinsip-prinsip pengoperasian *blast furnace* dan menyediakan petunjuk pelaporan produksi dan pemakaian bahan bakar pada *blast furnace*.

Pelaporan pemakaian bahan bakar *blast furnace* berubah akhir-akhir ini. Sebelumnya, semua bahan bakar yang dipakai pada *blast furnace* dilaporkan sebagai *input* dari proses transformasi. IEA kemudian menggunakan suatu model yang memisahkan pemakaian bahan bakar antara sektor transformasi dan sektor energi. Pemisahan ini tidak terlihat dalam ringkasan format neraca karena *input* dan *output blast furnace* adalah bagian dalam kolom Batubara.

4 Perbedaan antara Neraca Energi Eurostat dengan IEA

Bagian 9 dari Bab 1 menggambarkan dan membahas perbedaan antara neraca komoditas yang digunakan oleh IEA dan Eurostat. Perbedaan yang utama adalah dalam penyajian produksi bahan bakar primer dan sekunder. Format Eurostat membatasi baris Produksi neraca komoditas dengan hanya produksi primer (atau *indigenous/lokal*) sedangkan produksi komoditas sekunder dimasukkan di bagian Output Transformasi dari neraca. Hal ini memiliki keuntungan karena format neraca tidak harus mengalami perubahan apapun. Dengan kata lain, neraca energi Eurostat identik tampilannya dengan neraca komoditas tetapi dinyatakan dalam satuan energi.

Neraca komoditas IEA, di sisi lain, menampilkan produksi primer dan sekunder pada baris Produksi neracanya. Hal ini juga memiliki keuntungan karena pembaca bisa langsung melihat produksi semua komoditas dalam satu lokasi tanpa harus memberitahu pembaca adanya dua lokasi dimana informasi produksi tersebut ditampilkan. Yang merugikan adalah bahwa neraca komoditas tersebut perlu di format ulang untuk menjadikannya suatu neraca energi.

Perbedaan dalam neraca energi tersebut digambarkan dalam Tabel 7.1 dan Tabel 7.2 dengan menggunakan ringkasan neraca energi tahun 1999 untuk Spanyol. Neraca energi kedua organisasi internasional tersebut menampilkan semua komoditas tetapi yang diterbitkan hanyalah ringkasan dari neraca saja supaya presentasinya dapat diatur.

Seperti tercantum di atas, neraca energi Eurostat memiliki format yang identik dengan neraca komoditas dan bagian transformasinya (kadang-kadang disebut "matriks transformasi") dipisah antara *input* dan *output*. Semua kuantitas bernilai positif dalam matriks transformasi. Seperti halnya dalam neraca komoditas, produksi terbatas pada produksi primer.

Neraca energi IEA mencantumkan hanya produksi *indigenous* (produksi primer) pada baris Produksi. Produksi komoditas energi sekunder muncul sebagai kuantitas positif dalam matriks transformasi untuk setiap proses transformasi industri terkait. Matriks transformasinya merupakan suatu kesatuan tunggal meliputi *input* maupun *output*. Dengan demikian, *input* dalam proses transformasi diberi tanda negatif. Dalam contoh yang diberikan untuk Spanyol, *input* minyak mentah ke kilang minyak (termasuk bahan baku) adalah -62,44 juta ton setara minyak (Mtoe) dan *output* padanannya untuk semua produk kilang minyak adalah 62,16 Mtoe. Susut transformasi ditampilkan di sisi kanan matrik di bawah kolom "Total" dan merupakan jumlah dari *input* dan *output*. Angka susut ini berguna untuk memeriksa ketepatan data dasar dalam neraca komoditas dan konversi setara (terutama nilai-

nilai kalor) yang digunakan untuk menyiapkan neraca energi. Susut kecil sekitar 0,5% dapat diterima untuk proses kilang minyak. Jika angka itu lebih besar atau positif (keuntungan transformasi), maka data harus diperiksa kembali. Untuk pembangkitan listrik termal, susut transformasi akan lebih besar karena proses produksi listrik dari panas sifatnya tidak efisien.

Dalam neraca Eurostat angka untuk minyak mentah dan bahan baku yang digunakan pada *Kilang minyak* adalah 60,95 Mtoe dan *output* untuk semua produk mencapai 60,50 Mtoe. Dalam hal ini, susut transformasi diperoleh dengan mengurangi kedua angka tersebut (0,45 Mtoe).

Kedua organisasi tersebut juga berbeda perlakuannya terhadap beberapa aspek kecil dari neraca mereka, yang salah satunya akan dijelaskan di bawah ini.

Setiap neraca Eurostat maupun IEA perlu mentransfer angka-angka dari kolom produksi listrik primer (misalnya air) ke dalam kolom Listrik dari neraca sehingga pemanfaatannya, bersama dengan semua jenis listrik lainnya, dapat diperhitungkan sesuai dengan sektor konsumsinya. Begitu listrik primer memasuki sistem transmisi nasional, listrik tersebut tidak dapat lagi dibedakan dengan listrik yang diproduksi dari sumber-sumber lainnya. Tidaklah mungkin untuk mengetahui konsumen mana yang dipasok oleh listrik primer tersebut.

Neraca IEA mentransfer listrik primer dengan menempatkannya ke dalam matriks transformasi sebagai *input* dengan tanda negatif dan jumlah yang identik dicantumkan dalam Total produksi listrik di bawah kolom Listrik. Contohnya untuk Spanyol, produksi listrik tenaga air (1,97 Mtoe) pada kolom Hidro ditampilkan sebagai -1,97 dalam sektor transformasi dan Total produksi listrik sebesar 15,30 Mtoe akan mengandung 1,97 Mtoe dari listrik primer.

Eurostat menggunakan baris Transfer untuk melakukan transfer yang sama. Kuantitas -1966 ktoe akan ditampilkan pada baris Transfer dari kolom Hidro dan +1966 akan muncul dalam baris Transfer (antar produk) pada kolom Listrik bersama dengan listrik primer lainnya yang ditransfer dengan cara serupa (dalam hal ini, 236 ktoe dari pembangkit tenaga angin). Transfer tersebut kemudian akan berkontribusi terhadap total listrik yang tersedia dan pemanfaatannya akan dicantumkan di dalam angka konsumsi.

Tabel 7.1 • Tabel Neraca Energi Eurostat untuk Spanyol, 1999

Eurostat	(1000 toe)														
	Total semua produk	Batubara tua	Bahan bakar paten	Kokas	Total lignit	Briket batubara muda (BKB)	Tar benzol mentah	Minyak mentah	Feed-stock	Total produk kilang	Gas kilang	Elipiji	Motor spirit	Avtur	Nafta
Produksi primer	30305	7005	-	-	1561	-	-	297	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Terambil (recovered)	83	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impor	101063	12061	-	82	-	-	-	57665	876	16446	-	1381	931	436	2 160
Perubahan stok	-1506	-385	-	10	12	-	-	480	67	-926	-	-29	130	-27	40
Ekspor	7653	-	-	261	-	-	-	-	-	6855	-	133	1694	257	1610
Bunker	5823	-	-	-	-	-	-	-	-	5823	-	-	-	-	-
Konsumsi dalam negeri bruto	117469	18 688	-	-169	1573	-	-	58422	945	2842	-	1220	-833	152	590
Input transformasi	105468	18 314	-	459	1510	-	-	58410	2639	5145	-	22	-	-	142
Pembangkit tenaga panas bumi publik	21688	15 786	-	-	-	-	-	-	-	3379	-	-	-	-	-
Autoproducer pembangkit tenaga panas bumi	4545	45	-	-	-	-	-	-	-	1602	-	-	-	-	-
Pembangkit listrik tenaga nuklir	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pembangkit bahan bakar paten dan briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalasi <i>coke-oven</i>	2418	2 418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalasi <i>blast furnace</i>	459	-	-	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas work	164	-	-	-	-	-	-	-	164	-	22	-	-	-	142
Kilang	60949	-	-	-	-	-	-	58410	2539	-	-	-	-	-	-
Pembangkit panas distrik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Output Transformasi	78574	-	-	1587	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4386	3260	-
Pembangkit tenaga panas bumi publik	7947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer pembangkit tenaga panas bumi	2544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pembangkit listrik nuklir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pembangkit bahan bakar paten dan briket	5080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fasilitas <i>coke-oven</i>	1959	-	-	1587	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fasilitas <i>blast furnace</i>	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas work	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang	60501	-	-	-	-	-	-	-	60501	1864	1743	9918	4388	3260	-
Pembangkit panas distrik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pertukaran, perpindahan, pengembalian	258	-	-	-	-	-	-	1594	-1334	64	-152	117	-317	1081	-
Transfer antar produk	-201	-	-	-	-	-	-	-	-199	64	-152	117	-317	1113	-
Produk yang ditransfer	480	-	-	-	-	-	-	-	1583	-1103	-	-	-	-	-
Backflow dari industri kimia	-1	-	-	-	-	-	-	30	-32	-	-	-	-	-32	-
Konsumsi cabang energi	5854	5	-	-	-	-	-	-	4288	1929	-	-	-	-	-
Susut distribusi	1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ketersediaan untuk konsumsi final	83046	369	-	959	63	-	-	12	0	52576	0	2788	9402	4222	4789
Konsumsi non-energi final	8436	-	-	-	-	-	-	-	-	8107	-	-	-	-	4493
Industri kimia	5347	-	-	-	-	-	-	-	-	5018	-	-	-	-	4493
Sektor lainnya	3089	-	-	-	-	-	-	-	-	3089	-	-	-	-	-
Konsumsi energi final	74297	738	-	959	-	-	-	11	-	43862	-	2784	9393	4207	-
Industri	22369	587	-	959	-	-	-	11	-	5170	-	427	-	-	-
Industri besi dan baja	3681	389	-	881	-	-	-	-	-	370	-	38	-	-	-
Industri metal non-besi berlang	1090	4	-	41	-	-	-	-	-	140	-	11	-	-	-
Industri kimia	3224	45	-	15	-	-	-	-	-	749	-	224	-	-	-
Kaca, Tembikar dan material gedung	5279	145	-	-	-	-	-	-	-	1964	-	27	-	-	-
Industri pecah-belah	335	1	-	-	-	-	-	-	-	125	-	7	-	-	-
Industri makanan, minuman & tembakau	2282	-	-	5	-	-	-	-	-	578	-	35	-	-	-
Industri tekstil, kulit dan pakaian	1059	-	-	-	-	-	-	-	-	182	-	3	-	-	-
Kertas dan percetakan	2114	3	-	-	-	-	-	-	-	304	-	27	-	-	-
Industri teknik dan logam lain	1683	3	-	17	-	-	-	-	-	361	-	41	-	-	-
Industri lainnya	1616	-	-	-	-	-	-	-	-	397	-	13	-	-	-
Transportasi	31890	-	-	-	-	-	-	-	-	31573	-	82	9393	4198	-
Jalan kereta	792	-	-	-	-	-	-	-	-	485	-	-	-	-	-
Transportasi darat	25307	-	-	-	-	-	-	-	-	25297	-	82	9383	-	-
Transportasi udara	4208	-	-	-	-	-	-	-	-	4208	-	-	11	4198	-
Pelayaran dalam negeri	1584	-	-	-	-	-	-	-	-	1584	-	-	-	-	-
Rumah tangga, komersial, publik	20038	151	-	-	-	-	-	-	-	7110	-	2274	-	9	-
Rumah tangga	11794	141	-	-	-	-	-	-	-	3953	-	1989	-	-	-
Pertanian	2192	-	-	-	-	-	-	-	-	1712	-	77	-	9	-
Perbedaan statistik	312	-368	-	0	63	-	-	1	0	616	-	4	8	15	296

Tabel 7.1 • Tabel Neraca Energi Eurostat untuk Spanyol, 1999 (sambungan)

													(1000 toe)		
Gas/ minyak diesel	Residu ba- han bakar minyak lain	Produk minyak lain	Gas alam	Gas turunan	Panas nuklir	Total energi terbarukan	Panas surya	Energi panas bumi	Biomassa	Energi angin	Energi air	Bahan bakar lain	Panas turunan	Energi listrik	
-	-	-	131	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	-	-	-	Produksi primer
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Produksi Terambil (recovered)
9819	2135	358	13903	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	10261	Impor
-572	-355	-57	-744	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Perubahan stok
737	1338	289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	537	Ekspor
1159	4653	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bunker
4351	-4210	-11	13289	-	15181	6130	28	5	3894	236	1966	75	-	492	Konsumsi dalam negeri bruto
363	4618	-	2963	372	15181	501	-	-	501	-	-	75	-	-	Input transformasi
222	3157	-	576	291	-	145	-	-	145	-	-	-	-	-	Pembangkit tenaga panas bumi publik
140	1462	-	2387	80	-	355	-	-	355	-	-	75	-	-	Autoproducer pembangkit tenaga panas bumi
-	-	-	-	-	15181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pembangkit listrik tenaga nuklir
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pembangkit bahan bakar paten dan briket
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Instalasi coke oven
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Instalasi blast furnace
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gas work
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kilang
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pembangkit panas distrik
20578	13496	1721	-	860	-	-	-	-	-	-	-	74	15552	-	Output Transformasi
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7947	Pembangkit tenaga panas bumi publik
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2544	Autoproducen pembangkit tenaga panas bumi
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5080	Pembangkit listrik tenaga nuklir
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pembangkit bahan bakar paten dan briket
-	-	-	-	372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Instalasi coke-oven
-	-	-	-	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Instalasi blast furnace
-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gas work
20578	13496	1721	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kilang
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pembangkit panas distrik
-1497	-149	-550	-	-	-	-2203	-	-	-236	-1966	-	-	-	2202	Pertukaran, perpindahan, pengembalian
-1497	-149	553	-	-	-	-2203	-	-	-236	-1966	-	-	-	2202	Transfer antar produk
-	-	-1103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Produk yang ditransfer
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Backflow dari industri kimia
72	2061	114	18	226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1317	Konsumsi cabang energi
-	-	-	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1687	Susut distribusi
22998	2457	1046	10063	262	-	3426	28	5	3394	-	-	74	15241	-	Ketersediaan untuk konsumsi final
-	-	776	322	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Konsumsi non-energi final
-	-	525	322	7	-	-	-	-	1401	-	-	-	-	-	Industri kimia
-	-	251	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sektor lainnya
22965	2468	-	9740	255	-	3426	28	-	-	-	-	74	15241	-	Konsumsi energi final
935	1779	-	7368	225	-	1401	-	-	13	-	-	74	6574	-	Industri
51	119	-	676	225	-	-	-	-	130	-	-	-	1141	-	Industri besi dan baja
24	105	-	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	774	-	Industri metal non-besi belelang
86	356	-	1461	-	-	13	-	-	507	-	-	23	918	-	Industri kimia
57	192	-	2284	-	-	130	-	-	-	-	-	-	756	-	Kaca, Tembikar dan material gedung
76	43	-	77	-	-	-	-	-	487	-	-	-	132	-	Industri pecah-belah
237	306	-	749	-	-	284	-	-	-	-	-	7	658	-	Industri makanan, minuman & tembakau
81	97	-	527	-	-	-	-	-	-	-	-	6	344	-	Industri tekstil, kulit dan pakaian
33	244	-	829	-	-	507	-	-	-	-	-	-	471	-	Kertas dan percetakan
106	115	-	559	-	-	-	-	-	-	-	-	-	742	-	Industri teknik dan logam lain
182	202	-	76	-	-	487	-	-	-	-	-	38	638	-	Industri lainnya
17681	220	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	Transportasi
485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	Jalan kereta
15832	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Transportasi darat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Transportasi udara
1364	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pelayaran dalam negeri
4349	469	-	2362	30	-	2025	28	5	1992	-	-	-	-	8361	Rumah tangga, komersial, publik
1874	86	-	1752	21	-	2020	28	-	1992	-	-	-	-	3907	Rumah tangga
1586	60	-	81	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	394	Pertanian
33	-11	270	0	0	-	0	1	-	0	-	-	-	-	0	Perbedaan statistik

Tabel 7.2 • Tabel Neraca Energi IEA untuk Spanyol, 1999

<i>Million tonnes of oil equivalent</i>											
Pasokan dan konsumsi	Batubara	Minyak mentah	Produk minyak	Gas	Nuklir	Hidro	Panas, bumi, surya, dll	Pembakaran energi terbarukan dan limbah	Listrik	Panas	Total
Produksi	8.60	0.30	-	0.13	15.34	1.97	0.27	4.08e	-	-	30.70
Impor	11.30	60.01	16.85	13.90	-	-	-	-	1.03	-	103.09
Ekspor	-0.28	-	-7.09	-	-	-	-	-	-0.54	-	-7.90
Bunker laut internasional	-	-	-5.88	-	-	-	-	-	-	-	-5.88
Perubahan stok	-0.36	0.54	-0.97	-0.74	-	-	-	-	-	-	-1.54
Total Pasokan Energi Primer	19.26	60.85	2.91	13.29	15.34	1.97	0.27	4.08	0.49	-	118.46
Perpindahan	-	-1.56	-1.52	-	-	-	-	-	-	-	0.05
Perbedaan statistik	-0.35	-	-0.74	-	-	-	-	-	-	-	-1.08
Pembangkit listrik	-16.27	-	-3.44	-0.59	-15.34	-1.97	-0.24	-0.28	15.30	-	-22.82
Pembangkit CHP	-0.04	-	-1.58	-2.37	-	-	-	-0.75e	2.44e	0.07	-2.22
Pembangkit panas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas work	-	-	-0.14e	0.03	-	-	-	-	-	-	-0.11
Kilang minyak	-	-62.44	62.16	-	-	-	-	-	-	-	-0.27
Transformasi batubara	-1.05 e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.05
Pabrik pencairan (<i>liquefaction plant</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transformasi lain	-	0.03	-0.03	-	-	-	-	-	-	-	-0.00
Susut distribusi	-0.23	-	-4.27	-0.02	-	-	-	-	-	-	-5.81
	-	-	-	-0.25	-	-	-	-0.00e	-1.71	-	-1.96
Total Konsumsi Final	1.32	0.01	53.37	10.09	-	-	0.03	3.04	15.24	0.07	83.18
SEKTOR INDUSTRI	1.17	0.01	9.78	7.69	-	-	-0.00	1.02	6.57	0.07	26.33
Besi dan baja	0.89e	-	0.37	0.68	-	-	-	-	1.14	-	3.08
Kimia dan petrokimia	0.06	0.01	5.35	1.78	-	-	-	-	0.92	0.02	8.15
yaitu: Feedstock	-	-	4.60	0.43	-	-	-	-	-	-	5.03
Logam non-besi belelang	0.05	-	0.14	0.13	-	-	-	-	0.77	-	1.09
Mineral non-logam	0.15	-	1.94	2.28	-	-	-	0.08e	0.76	-	5.21
Perlengkapan transportasi	-	-	0.13	0.35	-	-	-	-	0.28	-	0.76
Mesin	0.02	-	0.23	0.21	-	-	-	-	0.46	-	0.93
Tambang dan pertambangan	0.00	-	0.13	0.08	-	-	-	-	0.13	-	0.34
Makanan dan tembakau	0.01	-	0.59	0.75	-	-	0.00	-	0.66	0.01	2.01
Kertas, bubuk kertas dan percetakan	0.00	-	0.31	0.83	-	-	-	-	0.47	-	1.61
Kayu dan produk kayu	-	-	0.04	0.07	-	-	-	-	0.12	-	0.23
Konstruksi	-	-	0.11	0.00	-	-	-	-	0.11	-	0.22
Tekstil dan Kulit	-	-	0.18	0.53	-	-	-	-	0.34	0.01	1.06
Tidak ditentukan	-	-	0.25	0.01	-	-	0.00	0.94 e	0.40	0.04	1.65
SEKTOR TRANSPORTASI	-	-	32.33	0.01	-	-	-	-	0.31	-	32.65
Penerbangan sipil internasional	-	-	2.62	-	-	-	-	-	-	-	2.62
Transportasi udara domestik	-	-	1.75	-	-	-	-	-	-	-	1.75
Transportasi Darat/Jalan	-	-	25.86	0.01	-	-	-	-	-	-	25.87
Kereta api	-	-	0.50	-	-	-	-	-	0.21	-	0.70
Jalur transportasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pelayaran internal	-	-	1.62	-	-	-	-	-	-	-	1.62
Tidak ditentukan	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.10
SEKTOR LAIN	0.14	-	7.28	2.39	-	-	0.03	2.02	8.36	-	20.23
Pertanian	-	-	1.75	0.08	-	-	0.00	0.00e	0.39	-	2.23
Layanan komersial dan publik	0.01	-	1.47	0.54	-	-	0.02	-	3.87	-	5.91
Rumah Tangga	0.13	-	4.06	1.77	-	-	0.01	2.00e	3.91	-	11.88
Tidak ditentukan	-	-	-	-	-	-	-	0.02e	0.19	-	0.21
PENGUNAAN NON-ENERGI	0.01	-	3.97	-	-	-	-	-	-	-	3.97
Industri/Transfer/Energi	0.01	-	3.64	-	-	-	-	-	-	-	3.65
Transportasi	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	0.31
Sektor lain	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.02
Pembangkit listrik - GWh	75436	-	24445	19058	58852	22863	2761	2902e	-	-	206317
Pembangkit listrik	75071	-	14541	2643	58852	22863	2761	1161	-	-	177892
Pembangkit CHP	365	-	9904	16415	-	-	-	1741e	-	-	28425
Pembangkit panas - TJ	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	3101
Pembangkit CHP	-	-	320	2205	-	-	-	576	-	-	3101
Pembangkit panas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

e=estimate (perkiraan)

Lampíran 1

Proses Konversí Bahan Bakar dan Produksi Energi



1 Pembangkítan Lístrík dan Panas

Jenis-jenis pembangkít

Kuesioner tahunan mengklasifikasi pembangkít listrik dan panas dalam tiga kelompok : **Pembangkít Listrik Saja** yang fungsinya hanya untuk membangkitkan listrik; **Pembangkít Panas Saja** yang fungsinya hanya untuk membangkitkan panas; dan **Pembangkít Kombinasi Listrik dan Panas (Combined Heat and Power/ CHP)** – yang membangkitkan listrik dan panas dalam suatu proses kombinasi.

Proses-proses teknis untuk memproduksi listrik dan panas yang paling luas penggunaannya, dijelaskan di bawah ini pada bagian proses produksi listrik dan panas.

Pembangkít Lístrík Saja

Sebagian besar pembangkitan listrik (tanpa panas), dihasilkan dari alternator-alternator yang digerakkan oleh turbin yang dijalankan oleh uap yang dihasilkan dari bahan bakar yang mudah terbakar (termasuk limbah), atau panas nuklir. Unit pembangkit listrik yang lebih kecil juga menggunakan turbin gas atau mesin-mesin pembakaran internal.

Uap juga dapat dihasilkan secara langsung dari reservoir panas bumi walaupun uap panas bumi dan/atau air panas perlu ditingkatkan kualitasnya melalui pemanasan dengan menggunakan bahan bakar fosil supaya dapat menghasilkan uap yang kualitasnya mencukupi (suhu dan tekanan) untuk menjalankan turbin.

Pembangkit listrik tenaga air, angin, gelombang pasang surut dan samudra juga menggunakan turbin untuk menggerakkan alternator dan termasuk dalam kategori pembangkit listrik saja. Energi kinetik dari media yang melalui turbin (air dan angin) akan menggerakkan turbin dan merotasi alternator.

Pembangkít Panas Saja

Panas dapat dipasok ke konsumen melalui jaringan pipa atau melalui *boiler* (ketel) yang dipasang di dalam atau di dekat bangunan perumahan/apartemen (*dwellings*) dan dipakai hanya untuk memenuhi kebutuhan bangunan tersebut. Dalam kasus ini, panas dijual pada konsumen dengan pembayaran langsung ataupun tidak langsung sebagai bagian dari harga sewa. Apabila suatu pembangkit panas dibangun hanya untuk memasok kebutuhan suatu atau beberapa bangunan/gedung tanpa melalui jaringan lokal atau regional, maka pasokan panas tersebut tidak dimasukkan dalam survei. Pemakaian energi ini akan diperhitungkan dalam statistik pasokan bahan bakar untuk instalasi *boiler*.

Sebagian besar pembangkit panas mengandalkan *boiler* sederhana yang menggunakan bahan bakar mudah terbakar atau menggunakan panas dari panas bumi. Di sejumlah kecil negara yang sumber tenaga airnya berlimpah, mungkin terbukti lebih ekonomis bila menyediakan uap melalui *boiler* yang dipanaskan dengan listrik. Panas dari panas bumi dimanfaatkan di tempat dimana panas tersebut tersedia dengan kualitas “sebagaimana diekstrak” atau dengan ditingkatkan kualitasnya dengan pembakaran bahan bakar untuk “menambah” panas pada aliran panas bumi.

Pembangkit Kombinasi Listrik dan Panas (Combined Heat and Power/CHP)

Unit pembangkit sistem kombinasi listrik dan panas (juga dikenal sebagai *co-generation/ cogen*) menyediakan pasokan listrik dan panas secara bersamaan dari satu atau kadang kala beberapa peralatan dalam pembangkit. Apabila dua perangkat pembangkit digunakan, mereka digabungkan dengan memanfaatkan *output* panas dari perangkat pertama sebagai *input* energi untuk perangkat kedua. Ketika produksi panas dari pembangkit CHP berhenti dan hanya menghasilkan listrik, maka jadilah pembangkit tersebut sebagai pembangkit “listrik-saja” dan harus dilaporkan seperti itu.

Kondisi pengoperasian dimana *output* listrik dari sistem CHP dapat diklasifikasikan sebagai listrik CHP, saat ini sedang dikaji oleh Eurostat untuk memastikan bahwa hanya operasi pembangkit CHP murni (*bona fide*) yang diperhitungkan. Oleh karena itu, ahli statistik dapat mengharapkan bahwa definisi-definisi tertentu yang mempengaruhi pelaporan kegiatan ini akan berkembang dalam waktu dekat.

Sistem pembangkit CHP dapat dibagi menjadi lima sistem pembangkitan: *backpressure* (tekanan balik), *extraction-condensing* (ekstraksi-kondensasi), *gas turbine heat recovery* (pemulihan panas turbin gas), *combined cycle heat recovery* (pemulihan panas siklus kombinasi), dan *reciprocating engine* (mesin bolak balik/mesin torak).

Sistem Pembangkit Backpressure

Pembangkit listrik sistem CHP yang paling sederhana adalah yang disebut sistem *backpressure* (tekanan balik), dimana listrik CHP dihasilkan dalam turbin uap, dan tekanan balik yang dikenakan pada uap dalam turbin menjaga suhu uap yang keluar dari turbin. Uap tersebut kemudian digunakan sebagai uap proses maupun panas distrik. *Boiler* uap yang digunakan dalam konfigurasi turbin uap tekanan balik/panas dapat dirancang untuk membakar bahan bakar padat, cair ataupun gas (lihat Gambar L1.1).

Sistem Pembangkit Extraction dan condensing

Pembangkit listrik kondensasi seringkali hanya menghasilkan listrik. Namun, dalam Sistem pembangkit CHP *extraction* dan *condensing*, sebagian dari uap dalam turbin diekstraksi. Uap yang diekstraksi ini kemudian digunakan sebagai uap proses atau untuk panas distrik. *Boiler* uap yang digunakan dalam konfigurasi turbin ekstraksi-kondensasi uap/panas dapat dirancang untuk membakar bahan bakar padat, cair ataupun gas (lihat Gambar L1.2).

Sistem Pembangkit Gas Turbine Heat Recovery

Sistem pembangkit *gas turbine heat recovery* (turbin gas dengan pemulihan panas), menggunakan bahan bakar fosil untuk dibakar. Gas buangan panas yang keluar dari turbin disalurkan ke *boiler* pemulihan panas. Pada umumnya, gas alam, minyak, atau kombinasi keduanya digunakan untuk menggerakkan turbin. Turbin-turbin gas dapat digerakkan juga dengan bahan bakar padat atau cair yang digasifikasi, namun fasilitas gasifikasinya harus terpasang berdekatan dengan turbin (Gambar L1.3).

Parameter Umum Pembangkit CHP

Ada beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan kinerja suatu pembangkit CHP.

Efisiensi keseluruhan pembangkit didefinisikan sebagai perbandingan dari total energi yang dihasilkan oleh sistem CHP dengan terhadap energi yang dikonsumsi.

Jika H_m menyatakan bahan bakar yang dikonsumsi pembangkit dan H dan E masing-masing adalah panas bermanfaat (*useful*) dan listrik yang dihasilkan pembangkit, maka efisiensi pembangkit, U , adalah:

$$U = (H + E) / H_m$$

Efisiensi produksi listrik dihitung dengan menggunakan suatu metode yang mengestimasi banyaknya panas yang dipakai untuk membangkitkan listrik. Metodenya dikenal sebagai metode "Ecabert".

Pertama, panas bermanfaat (*useful*) yang diproduksi, H , dikonversi ke setara *inputnya*, yaitu dengan membaginya dengan efisiensi boiler, R_c (yaitu, efisiensi boiler yang digantikan oleh sistem CHP atau efisiensi boiler konvensional). Sehingga:

$$H_c = H / R_c$$

Jadi panas yang dipakai untuk produksi listrik, H_e adalah:

$$H_e = H_m - H_c$$

Jadi, H_e merupakan panas yang tersisa setelah mengurangi setara input dari panas *useful* dari total bahan bakar yang dikonsumsi pembangkit CHP.

Dengan demikian, efisiensi pembangkitan listrik adalah:

$$R_e = E / H_e$$

Harap diingat bahwa efisiensi di atas tergantung pada efisiensi boiler "substitusi" yang dipilih di atas.

Konsumsi spesifik yang terkait dengan produksi listrik adalah :

$$C_{se} = 1 / R_e$$

Index penghematan energi (S) mengevaluasi kuantitas energi yang dihemat karena suatu pembangkit konvensional, dengan efisiensi R_p , tidak digunakan untuk memproduksi listrik.

$$S = (E / R_p) - [H_m - (H / R_c)]$$

Sistem Pembangkit Combined Cycle Heat Recovery

Belakangan ini, sistem pembangkit *combined cycle heat recovery* (pemulihan panas siklus kombinasi) yang bahan bakarnya gas bumi dengan satu atau lebih turbin gas, boiler pemulihan panas, serta turbin uap secara umum sudah digunakan.

Sistem Pembangkit Reciprocating Engine

Sebagai ganti turbin gas, mesin *reciprocating*, seperti mesin diesel, dapat dikombinasi dengan boiler pemulihan panas, yang dalam beberapa penerapannya mensuplai uap ke turbin uap untuk memproduksi listrik dan panas.

Proses teknis yang paling banyak digunakan untuk menyediakan listrik dan panas dijelaskan di bagian bawah ini.

Proses produksi listrik dan panas

Turbín uap (*steam turbine*)

Meskipun teknologi telah berkembang ke arah penggunaan mesin *reciprocating* dan turbin pembakaran dalam aplikasi sistem pembangkit CHP, turbin uap masih tetap merupakan jenis yang paling umum dipakai untuk produksi kombinasi listrik dan panas. Suatu unit uap terdiri dari satu boiler yang dapat memproduksi uap super panas, yang dialirkan ke suatu turbin uap jenis tekanan balik, kondensasi atau kombinasinya (kondensasi plus ekstraksi).

Turbín kondensasi (*condensing turbine*)

Turbin kondensasi umumnya digunakan dalam pembangkit listrik konvensional. Uap super panas bertekanan tinggi yang diproduksi dalam suatu boiler dialirkan masuk ke turbin dimana uap tersebut mengembang dan mendingin (kondensasi). Energi kinetik yang terlepas akibat pengembangan uap akan memutar bilah-bilah turbin berikut alternatornya, sehingga menghasilkan listrik. Jika pembangkit listrik tersebut dimaksimalkan, maka sangat diharapkan dapat tercapai tekanan dan suhu pembuangan yang paling rendah. Pembuangan suhu rendah akan menghasilkan sedikit energi *useful* dari uap yang keluar dari turbin, dan sebagian besar dari sisa panasnya biasanya dibuang ke dalam air pendingin atau ke udara.

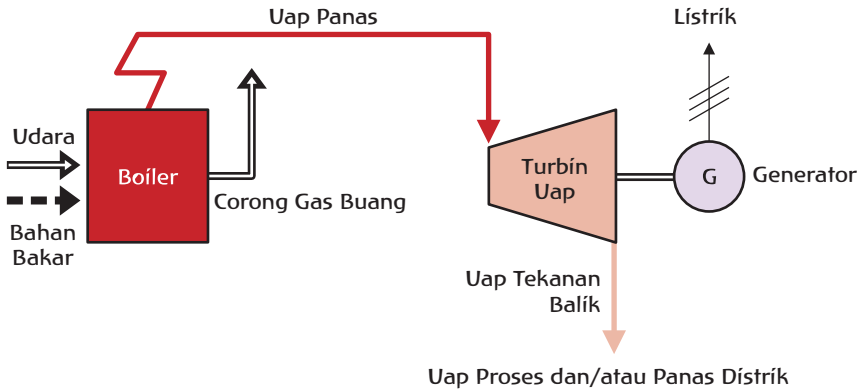
Pembangkit *backpressure* (tekanan balik)

Dalam sistem pembangkit *Backpressure* (Gambar L1.1), tujuannya bukanlah memaksimalkan produksi listrik melainkan untuk memenuhi permintaan panas dari suatu proses industri ataupun suatu jaringan panas distrik. Kandungan energi uap buangan terutama tergantung pada tekanannya, sehingga dengan merubah tekanan buangan dapat dimungkinkan mengontrol rasio panas terhadap listrik suatu turbin tenaga balik. Meningkatkan tekanan balik akan menurunkan produksi listrik tetapi meningkatkan produksi panas. Kadang kala memungkinkan untuk mengekstraksi (mengeluarkan) uap dari turbin pada suatu tekanan menengah (*intermediate*), yang mengakibatkan produksi panas ditingkatkan.

Bila air panas diperlukan, seperti dalam hal pemanasan distrik daerah perkotaan, uap buangan dari turbin akan terkondensasi dalam suatu "kondensor panas" dimana panas diekstraksi oleh air yang akan mengalir ke jaringan air panas distrik.

Listrik yang dibangkitkan dari suatu turbin tekanan balik dapat dianggap secara menyeluruh sebagai produksi CHP.

Turbin tekanan balik merupakan suatu jenis sistem CHP yang paling umum dipakai di industri. Sistem tersebut dapat menggunakan bahan bakar apapun, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas. Berbeda dengan mesin pembakaran internal dan turbin gas yang pilihan pemakaiannya disesuaikan dengan ukuran yang tersedia di pasaran, maka dengan turbin uap, pembangunannya, dalam batasan-batasan tertentu, dapat direncanakan khusus sesuai dengan kebutuhan listrik pembangkit tersebut. Unit-unit turbin uap tekanan balik mempunyai karakteristik efisiensi panas yang tinggi, yang kadang-kadang dapat lebih dari 90%. Efisiensi pembangkitan listriknya biasanya dalam kisaran 15% sampai 25%.

Gambar L1.1 • Pembangkit Listrik Backpressure

Turbin uap dengan ekstraksi dan kondensasi (*Steam turbine with extraction and condensation*)

Jika uap pembuangan dari turbin sepenuhnya terkondensasi dan bertekanan rendah, maka tidak ada panas *useful* (bermanfaat) yang diproduksi. Namun demikian, uap dapat diekstraksi dari turbin pada tekanan *intermediate*. Untuk dapat berfungsi dalam suatu sistem pembangkit CHP, turbin uap kondensasi harus mempunyai kemampuan mengekstraksi uap. Dalam jenis sistem pembangkit ini, sebagian dari uap yang diproduksi akan mengembang sepenuhnya sambil mengalir melalui turbin dan kemudian keluar pada suhu dan tekanan rendah, sementara sebagian dari aliran uapnya diekstraksi dari turbin pada tahap yang lebih awal.

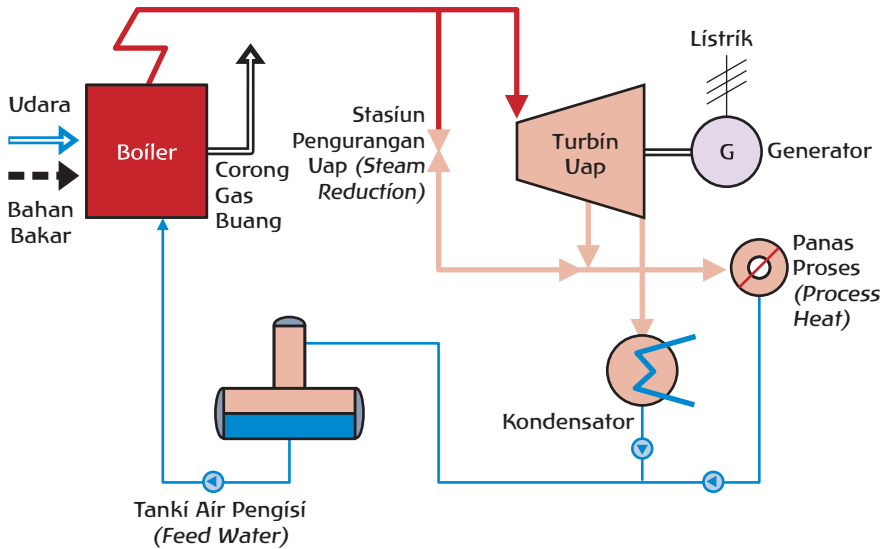
Efisiensi termal dari suatu sistem turbin ekstraksi dan kondensasi ini tidak setinggi sistem pembangkit CHP tekanan balik karena tidak semua energi dalam uap pembuangan diekstraksi. Sebagian daripadanya (10% sampai 20%) hilang dalam kondensator.

Efisiensi pembangkitan listrik pada sistem pembangkit uap kondensasi dengan ekstraksi panas tergantung pada jumlah panas yang diproduksi. Dalam suatu kondisi terkondensasi penuh, ketika tidak ada panas *useful* yang diproduksi, maka efisiensinya dapat mencapai 40%.

Dalam aplikasinya di industri, sistem turbin ekstraksi dan kondensasi ini digunakan jika beban listrik tinggi dikombinasi dengan suatu kebutuhan panas yang berubah-ubah. Turbin ekstraksi dan kondensasi ini sangat fleksibel dalam merubah *output* uap untuk proses industri maupun panas distrik. Sebaliknya, turbin tekanan balik konvensional digunakan bila hanya terdapat sedikit variasi dari beban termal.

Sistem turbin ekstraksi dan kondensasi umumnya dipakai pada pembangkit-pembangkit skala besar. Hal ini terutama terjadi di Eropa Utara dimana sistem ini dapat membangkitkan listrik dan panas distrik pada musim dingin tetapi pada musim panas beroperasi dalam kondisi terkondensasi penuh untuk hanya menghasilkan listrik. Listrik yang demikian ini yang disebut "tenaga kondensasi" tidak dianggap sebagai pembangkit CHP.

Gambar L1.2 • Steam Turbine with Extraction and Condensation



Istilah “listrik kondensasi” kadang-kadang juga digunakan untuk pembangkitan listrik jenis siklus lainnya, pada saat pembangkitannya tidak memenuhi definisi eksploitasi secara simultan energi termal untuk produksi listrik dan panas dengan sistem co-generation. Terutama pada turbin uap, meskipun sebagian kecil dari uap terkondensasi, namun porsi listrik yang dihasilkan yang terkait dengan jumlah panas tidak dapat dianggap sebagai pembangkitan CHP.

Dalam pembangkit tenaga uap, jenis sistem pembangkit tekanan balik maupun kondensasi, sering dimungkinkan untuk mengekstraksi sebagian uap ke sebelum keluar turbin untuk membangkitkan panas. Ekstraksi ini terjadi dalam suatu stasiun yang sering dinamakan stasiun pengurangan/reduksi uap. Panas yang dihasilkan melalui metode ini bukanlah panas CHP, karena uap tersebut tidak mengalir melalui turbin dan energi termal dari uap terekstraksi tidak digunakan untuk pembangkitan listrik.

Hasil perbandingan awal diantara ke dua jenis pembangkit CHP tersebut di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

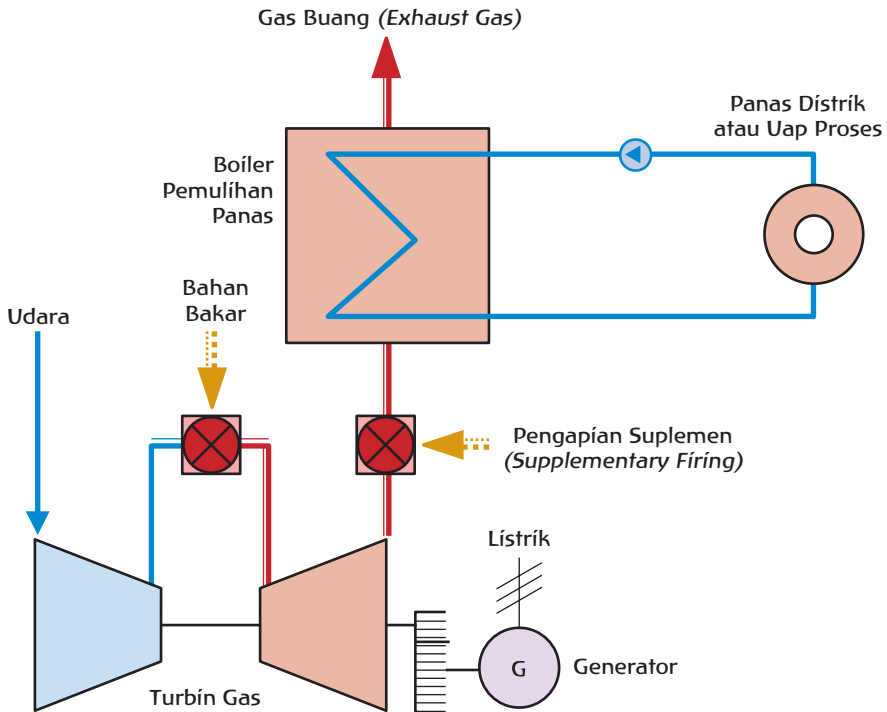
- Turbin tekanan balik menghasilkan energi termal dalam jumlah banyak dengan biaya rendah tetapi relatif kurang hasil listriknya; dan tidak dapat dengan mudah beradaptasi terhadap variasi besar dari rasio panas / tenaga listrik.
- Turbin ekstraksi dan kondensasi dapat beradaptasi dalam waktu singkat terhadap permintaan baik panas maupun listrik, tetapi dengan akibat lebih rendahnya efisiensi energi apabila beban meningkat. Artinya, biaya produksi per unitnya meningkat dengan semakin banyaknya uap yang masuk dalam kondensator.

Turbín gas dengan *heat recovery* (pemulihan panas)

Produksi turbin gas massal ukurannya berkisar dari beberapa ratus kW sampai lebih dari 100 MW. Desainnya juga berkisar dari turbin “sederhana” yang berasal dari mesin penerbangan sampai dengan mesin “tugas-berat/heavy duty” dengan

instrumen dan desain bilah turbin yang canggih. Semakin canggih karakteristik desainnya, semakin tinggi efisiensi sistemnya. Efisiensi termal turbin-turbin pembakaran bervariasi dari 17% sampai 33%. Turbin gas dapat digunakan sebagai unit pembangkit tenaga yang berdiri sendiri atau dapat dikombinasikan dengan unit uap atau mesin pembakaran internal.

Gambar L1.3 • Turbin Gas dengan Heat Recovery



Bahan bakar gas atau cair diinjeksikan ke dalam ruang berisi udara bertekanan tinggi, dimana terjadi pembakaran. Gas panas akan mengalir melalui turbin seraya mengembang, dan gas buangan akan digunakan sebagai panas *useful*. Suhu gas-gas buangan turbin gas tersebut berkisar antara 400°C dan 600°C, sehingga memungkinkan untuk memanfaatkan panas yang dipulihkan/diperoleh untuk air panas, uap super-panas industri dan uap untuk menghasilkan listrik pada turbin uap. Karakteristik uap yang dihasilkan berhubungan langsung dengan suhu gas-gas buangan tersebut. Pedoman nilai maksimumnya adalah 480°C dan 65 bar untuk *recovery* langsung dari suatu turbin gas umum.

Oleh karena panas yang dipulihkan dari turbin gas hampir seluruhnya terkonsentrasi pada gas buangannya, maka pemulihan termalnya terbatas hanya untuk satu penukar kalor (*heat exchanger*). Meskipun secara operasional ini sederhana, namun penukar tersebut harus besar karena besarnya volume gas.

Karena kualitas termal dari aliran gas buangan cukup tinggi, maka dengan sendirinya menghasilkan pemulihan panas yang besar. Bahkan dengan adanya keterbatasan mesin dan kebutuhan pemakai, tetap memungkinkan untuk mencapai efisiensi termal total pada kisaran 75% hingga 80% dengan sistem CHP turbin gas.

Karakteristik khusus dari aliran pembuangan turbin gas adalah masih terdapatnya oksigen dalam konsentrasi sebesar 16% sampai 17% menurut ukuran berat. Hal ini akan memungkinkan terjadinya “pasca pembakaran” – yaitu injeksi bahan bakar tambahan ke dalam aliran pembuangan (setelah-pembakaran/*after burn*) tanpa menambahkan udara. Hasilnya adalah peningkatan kualitas termal dari gas buangan dan peningkatan pemulihan panas. Efisiensi termal yang diperoleh dari pendekatan ini hampir mencapai 100% karena panas yang hilang sebelum mencapai boiler pemulihan panas praktis nol. Namun perlu dicatat, bahwa panas yang dihasilkan oleh pasca pembakaran (*post firing*) tidak dihitung sebagai panas CHP, dan baik *input* bahan bakar maupun *output* panasnya harus dianggap sebagai sistem “panas saja”.

Turbin gas dapat dioperasikan seraya mem-by-pass semua atau sebagian dari sistem pemulihan panas. Dalam hal ini, energi termal yang tersisa pada gas buangan tidak digunakan untuk memproduksi panas, dan pembangkitan listrik yang dihasilkan dari mem-by-pass dianggap sebagai “listrik kondensasi” dan bukan pembangkitan dari sistem CHP.

Efisiensi dari pembangkitan listrik dari suatu unit turbin gas sederhana yang berdiri sendiri biasanya lebih rendah dibandingkan dengan suatu unit sistem uap kondensasi. Namun, biaya konstruksi pembangkit tenaga turbin gas sederhana ini per kW relatif kecil, dan saat ini hanya sebagian dari biaya suatu unit sistem uap kondensasi. Oleh karena itu, unit turbin gas yang berdiri sendiri tersebut yang sering digunakan untuk memenuhi permintaan listrik pada saat kondisi beban puncak, karena pemasangannya ekonomis dan dapat segera dioperasikan dan dimasukkan ke dalam jaringan.

Reciprocating internal combustion engine

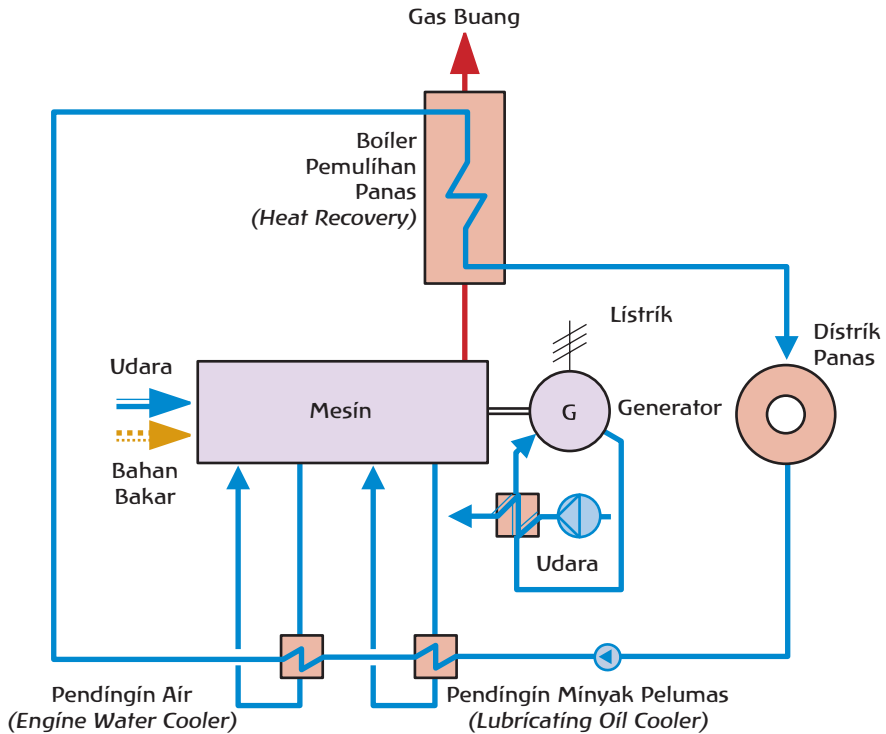
Mesin *reciprocating* (bolak balik) yang digunakan untuk aplikasi sistem CHP ukurannya berkisar dari beberapa kW (umumnya mesin mobil) sampai dengan 20 MW. Mesin *reciprocating* yang paling banyak digunakan untuk co-generation dibagi ke dalam dua kategori yang sangat jelas perbedaannya:

- Mesin *diesel-cycle* (siklus diesel) yang menggunakan ADO (gasoil), atau (untuk ukuran di atas 800-1000 kW) HFO (minyak bakar).
- Mesin *gas otto-cycle* (siklus otto gas) yang menggunakan bahan bakar gas (gas bumi, biogas, dll).

Perbedaan utamanya adalah pada penyulutan (*ignition*) dimana mesin siklus-otto mempunyai *spark ignition* (percikan api penyulutan dengan busi). Selain itu perbedaan utama lainnya adalah dalam efisiensi listrik dan panas yang dilepas ke gas-gas buang.

Karakteristik penting dari mesin *reciprocating* siklus diesel adalah efisiensinya yang tinggi bila membangkitkan listrik. Ini berkisar antara 35% untuk ukuran kecil hingga 41% untuk ukuran besar.

Pemulihan panas diperoleh dari gas buangan, air pendinginan, pelumas, dan pada mesin yang dilengkapi penambah tenaga (*supercharged engine*), dari panas yang tersedia dalam udara penambah tenaga.

Gambar L1.4 • Reciprocating Internal Combustion Engine

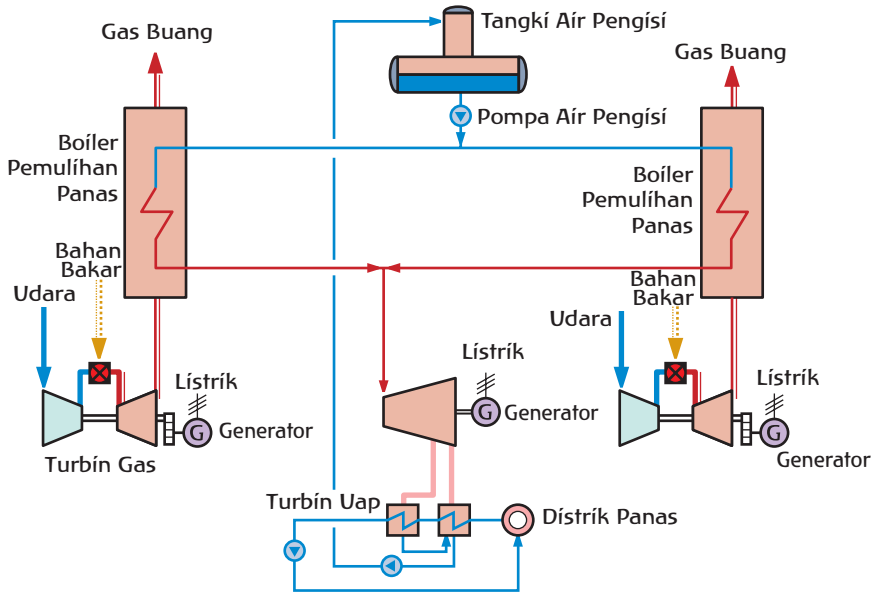
Terdapat kisaran kualitas dari pemulihan panas suatu sistem pembakaran internal. Sekitar 50% dari panas diperoleh dari pemulihan panas gas buangan mesin, yang bersuhu tinggi dan memiliki nilai termal tinggi. Untuk yang bersuhu rendah, berasal dari sumber lain seperti air pendinginan dan pelumas, sehingga memiliki nilai termal yang rendah. Generator ukuran besar dan menengah dapat menghasilkan air yang panas atau super-panas, dan bahkan uap dengan tekanan rendah (6-7 bar). Pada diesel ukuran kecil, rata-rata pemulihannya terbatas hanya pada produksi air panas pada suhu sekitar 90°C.

Mesin pembakaran internal dapat dipadukan dengan siklus lainnya, seperti dengan turbin uap atau turbin gas, dan bisa bervariasi aplikasinya. Sistem ini populer dipakai sebagai kapasitas cadangan di rumah sakit, di pembangkit tenaga nuklir (PLTN), dll., serta juga digunakan dalam produksi listrik biasa. Bahan bakar gas maupun bahan bakar cair tradisional dapat digunakan dalam mesin pembakaran internal.

Sistem co-generation Combined Gas/Steam Cycle

Saat ini, fasilitas *combined cycle* (siklus kombinasi) biasanya memakai konfigurasi setidaknya dua jenis sistem yang berurutan (satu setelah yang lainnya) sehingga sisa panas dari sistem pertama dipakai oleh sistem kedua. Pada prinsipnya segala kombinasi dari siklus adalah memungkinkan, tetapi yang paling umum adalah sistem turbin gas yang diikuti dengan sistem uap konvensional.

Gambar L1.5 • Sistem Co-generation Combined Gas/Steam Cycle



Dengan demikian, panas dari gas buangan turbin gas merupakan pasokan energi termal pada sistem uap. Seperti dijelaskan di atas, panas dalam gas-gas tersebut dapat ditingkatkan dengan menginjeksi energi primer tambahan (bahan bakar) ke dalam gas-gas panas; sebuah penerapan yang disebut pasca-pembakaran (*post-firing*). Jika uapnya adalah jenis kondensasi penuh tanpa adanya ekstraksi panas, listrik yang dibangkitkan oleh seluruh sistem tidak dianggap sebagai suatu produksi CHP.

Namun, jika sistem uap panas memiliki kemampuan ekstraksi, listrik yang dihasilkan oleh sistem turbin gas dan sistem uap diperhitungkan sebagai listrik CHP ketika panasnya di manfaatkan untuk pemanasan proses atau distrik. Jenis pembangkit seperti ini dapat mencapai efisiensi termal yang tinggi ketika melakukan konversi energi primer menjadi energi panas dan listrik. Hal ini disebabkan karena adanya suatu perubahan suhu yang nyata mendekati 1000°C dari keseluruhan sistem bila dibandingkan dengan perubahan suhu sekitar 550°C sampai 600°C yang dicapai sistem turbin uap dan turbin gas modern ketika beroperasi hanya sebagai fasilitas listrik saja.

Efisiensi termal dari pendekatan segmen listrik tersebut dan juga dari unit-unit lebih besar yang paling baru, dapat melebihi 50%. Keunggulan dari sistem ini adalah pemanfaatan lebih penuh panas buangan yang biasanya akan hilang begitu saja.

Belakangan ini, sistem dengan siklus kombinasi gas/uap telah diadopsi lebih luas, khususnya di beberapa sektor industri, dan juga pada sektor listrik skala menengah dan menengah-kebawah. Peningkatan ketersediaan turbin-turbin gas yang lebih efisien dan andal dapat memicu pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini.

Produksi listrik hidro

Dengan mengalirkan arus air melewati turbin yang dirancang khusus dan terhubung dengan generator listrik, maka energi di dalam arus air dikonversikan ke listrik.

Air dapat diambil dari waduk yang dibangun khusus untuk pasokan turbin. Pembangkit sejenis ini biasanya merupakan unit berskala besar. Pembangkit hidro kecil memanfaatkan arus alami air sungai dan disebut sebagai skema “run of river” (aliran sungai).

Waduk sistem pompa (*pumped storage*)

Listrik hidro dapat juga diproduksi dari arus air yang diambil dari waduk khusus yang diisi dengan memompa air sungai atau danau yang terletak lebih rendah. Pada pembangkit *pumped storage*, listrik (diambil dari jaringan nasional) digunakan selama periode permintaan rendah (biasanya di malam hari) untuk memompa air ke dalam waduk untuk dilepaskan pada masa puncak permintaan listrik ketika biaya marjinal pembangkitan listrik lebih tinggi. Listrik yang diproduksi lebih sedikit dibandingkan dengan yang digunakan untuk memompa air ke waduk yang lebih tinggi posisinya. Namun, prosedur tersebut menjadi ekonomis ketika biaya yang dihindari dengan tidak menggunakan pembangkit termal yang kurang efisien untuk menghasilkan jumlah listrik yang sama melebihi biaya daripada sistem *pumped storage*. Metodologi untuk memasukkan sistem pembangkitan listrik *pumped storage* dalam neraca energi, dibahas dalam Bab 7, Bagian 3.

Pompa panas (*heat pumps*)

Pompa panas adalah perangkat untuk mentransfer panas dari sumber dingin ke sumber yang lebih hangat dan dapat digunakan untuk mengambil panas dari luar bangunan untuk menghangatkan yang di dalam. Biasanya, pompa panas tersebut digerakan dengan listrik dan dapat menjadi cara pemanasan yang efisien. Namun, pemakaiannya tidaklah meluas dan kontribusinya hanya sebagian kecil dari pasokan energi nasional.

Panas yang diproduksi dari pompa panas terdiri atas panas yang diambil dari sumber yang lebih dingin dan panas yang setara dengan listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa. Dalam kondisi pompa panas mengambil panas dari sumber alam (misalnya udara sekeliling atau air tanah), produksi panasnya terdiri dari campuran panas primer dan panas sekunder.

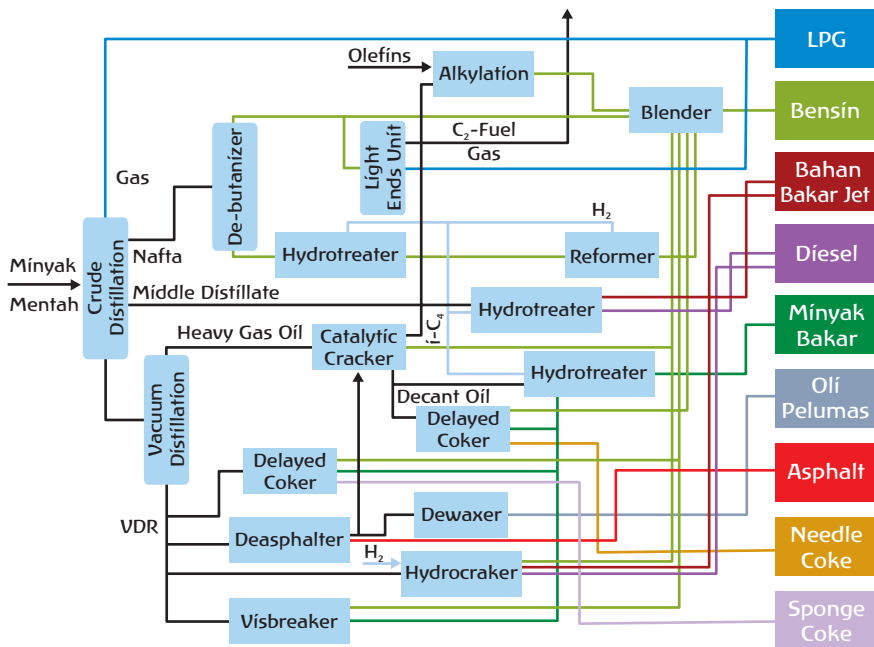
2 Manufaktur Produk Kilang

Pengilangan

Minyak mentah dan gas bumi merupakan campuran dari berbagai hidrokarbon dan sejumlah kecil *impurities* (zat tidak murni). Komposisi bahan-bahan baku tersebut dapat sangat bervariasi tergantung pada sumbernya. Kilang minyak merupakan fasilitas yang sangat kompleks dimana kombinasi dan urutan proses-prosesnya biasanya sangat spesifik terhadap karakteristik bahan bakunya (minyak mentah) dan produk-produk yang akan dihasilkan. Kilang minyak mengolah minyak mentah

dan memisahkannya menjadi berbagai fraksi yang berbeda. Fraksi-fraksi tersebut di konversi menjadi produk yang berguna, dan produk-produk tersebut akhirnya dicampur untuk menghasilkan suatu produk-produk akhir. Produk-produk akhir ini adalah bahan bakar dan bahan kimia yang digunakan setiap hari. Dalam sebuah kilang minyak, sebagian dari *output* dari beberapa proses dimasukkan kembali ke dalam proses yang sama, ke proses yang baru, ke proses sebelumnya atau dicampur dengan *output* lainnya untuk menghasilkan produk akhir. Salah satu contoh dapat dilihat pada Gambar L1.6. Namun, kilang-kilang minyak berbeda dalam konfigurasi, integrasi prosesnya, bahan bakunya, fleksibilitas bahan bakunya, produknya, campuran produknya, ukuran dan desain unitnya, dan sistem kontrolnya.

Gambar L1.6 • Sistem Kerja Suatu Kilang Minyak



Selain itu, perbedaan dalam strategi pemilik, situasi pasar, lokasi dan usia kilang, sejarah perkembangannya, infrastruktur yang tersedia dan peraturan lingkungan hidup yang berlaku merupakan alasan lain adanya perbedaan yang luas dalam konsep kilang, desain dan modus operasinya. Kinerja lingkungan hidup dapat juga berbeda dari satu kilang ke kilang lainnya.

Produksi bahan bakar dalam jumlah yang besar sejauh ini merupakan fungsi terpenting dari kilang minyak dan umumnya akan menentukan keseluruhan konfigurasi dan operasi kilang. Namun demikian, beberapa kilang bisa menghasilkan produk non-bahan bakar yang bernilai tinggi seperti bahan baku untuk industri kimia dan petrokimia. Contohnya adalah campuran nafta untuk dipakai dalam *steam cracker* (perekah uap), pemulihan, butilena untuk aplikasi

polimer dan pembuatan aromatik. Produk spesial lainnya dari kilang termasuk bitumen, minyak pelumas, wax (lilin) dan kokas. Dalam beberapa tahun terakhir ini perusahaan listrik di banyak negara telah diliberalisasi, yang memungkinkan kilang minyak memasok surplus listriknya ke jaringan publik.

Pengilangan minyak mentah menjadi produk-produk kilang yang berguna dapat dipisahkan menjadi dua tahapan dan sejumlah operasi pendukung. Tahap pertama adalah *desalting* (pengawagaraman) minyak mentah dan distilasi lanjutan yang menghasilkan berbagai komponen atau "fraksi-fraksi". Distilasi lebih lanjut komponen-komponen yang lebih ringan dan nafta dilakukan untuk memperoleh metana dan etana untuk digunakan sebagai bahan bakar kilang, LPG (propana dan butana), komponen campuran bensin, dan bahan baku petrokimia. Pemisahan produk ringan ini dilakukan di setiap kilang.

Tahap kedua terdiri dari tiga jenis proses "hilir" yang berbeda: menggabungkan, memecahkan, dan membentuk kembali fraksi-fraksi. Proses-proses tersebut mengubah struktur molekul hidrokarbon baik dengan memecahkannya menjadi molekul yang lebih kecil, menggabungkannya menjadi molekul yang lebih besar, atau membentuk kembali menjadi molekul berkualitas lebih tinggi. Tujuan dari proses-proses tersebut adalah melakukan konversi beberapa fraksi hasil distilasi menjadi produk minyak yg dapat dipasarkan melalui kombinasi proses hilir yang manapun. Proses-proses ini menentukan tipe kilang yang beraneka ragam, dan yang paling sederhana adalah "*hydroskimming*", yaitu hanya menghilangkan belerang (desulfurisasi) dan mereformasi secara katalis beberapa *output* unit distilasi tertentu. Jumlah dari berbagai produk yang dihasilkan hampir sepenuhnya ditentukan oleh komposisi minyak mentahnya. Jika campuran produknya tidak lagi sesuai dengan permintaan pasar, harus ditambahkan unit-unit konversi untuk mengembalikan keseimbangan.

Permintaan pasar telah bertahun-tahun mewajibkan kilang melakukan konversi fraksi berat ke fraksi ringan yang nilainya lebih tinggi. Kilang-kilang tersebut memisahkan residu atmosfer menjadi fraksi vakum diesel (gasoil) dan vakum residu melalui distilasi di bawah vakum tinggi, dan kemudian memasok salah satu atau kedua *output* tersebut ke unit konversi yang sesuai. Jadi, dengan adanya unit konversi, komposisi produk (*product slate*) dapat diubah sesuai kebutuhan pasar, terlepas dari jenis minyak mentahnya. Jumlah dan kemungkinan kombinasi konversi unitnya adalah besar.

Unit konversi yang paling sederhana adalah *thermal cracker* (perekah termal) dimana residu nya dikenakan suhu begitu tinggi sehingga molekul hidrokarbon besar pada residu dikonversi menjadi yang lebih kecil. *Thermal cracker* dapat menangani hampir semua bahan baku (*feed*), namun hanya menghasilkan produk ringan yang relatif sedikit. Suatu jenis *thermal cracker* yang lebih disempurnakan adalah *Coker*, di mana seluruh residu dikonversi menjadi produk distilasi (distilat-distilat) dan produk kokas. Dalam rangka meningkatkan derajat konversi dan meningkatkan kualitas produk, sejumlah proses perekahan katalis (*catalytic cracking*) yang berbeda sudah dikembangkan, dengan pemecahan katalis cairan (*fluid catalytic cracking*) dan *hydrocracking* yang paling menonjol. Baru-baru ini, proses gasifikasi residu telah diperkenalkan dalam kilang, yang memungkinkannya untuk menghilangkan sama sekali residu berat dan mengonversikannya menjadi gas sintesis bersih untuk penggunaan pengilangan dan produksi hidrogen, uap dan listrik melalui teknik siklus kombinasi.

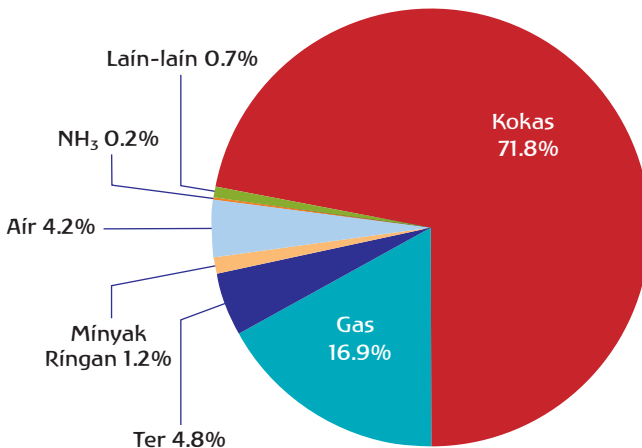
3 Manufaktur Bahan Bakar Turunan Batubara

Kokas

Kokas Suhu tinggi

Kokas diproduksi melalui suatu proses pirolisa batubara. Pirolisa batubara berarti pemanasan batubara dalam keadaan bebas oksigen untuk menghasilkan gas, cairan dan residu padat (*char* atau kokas). Pirolisa batubara pada suhu tinggi disebut karbonisasi. Selama proses karbonisasi terjadi beberapa perubahan penting. Kandungan air (*moisture*) keluar dari batubara antara suhu 100°C dan 150°C. Dalam kisaran suhu antara 400°C sampai 500°C, sebagian besar zat terbang (*volatile matter*) dilepas sebagai gas. Dari 600°C sampai 1300°C, hanya sedikit tambahan terbuangnya kandungan zat terbang dan kehilangan berat juga sangat kecil. Saat batubara dipanaskan, batubaranya akan bersifat plastis dan berongga (*porous*) selama pelepasan gas. Ketika mengeras, batubara akan memiliki banyak retakan (*fissures*) dan pori-pori (*pores*). Pada saat proses, suhu gas-gas dapat mencapai 1150°C hingga 1350°C yang secara tidak langsung memanaskan batubara hingga 1000°C sampai 1200°C selama 14 sampai 24 jam. Dari proses inilah terproduksi kokas *blast furnace* (tanur tinggi) dan kokas pengecoran (*foundry*).

Gambar L1.7 • Massa Hasil Coke Oven



Hanya beberapa batubara tertentu yang memiliki sifat plastis yang tepat (misalnya batubara bituminus kokas atau semi-lunak) untuk dapat dikonversi ke kokas. Beberapa jenis batubara dapat dicampur untuk meningkatkan produktivitas *blast furnace*, untuk memperpanjang masa pakai kokas, dll.

Kokas dibuat dalam dapur (oven) yang berisi serangkaian (baterai) ruang terpisah sampai dengan sejumlah 60 buah. Masing-masing ruang *coke oven* (dapur kokas) dipisahkan dengan dinding pemanas. Dinding ini terdiri dari sejumlah pipa pemanas

dengan *nozzle* (mulut pipa) untuk memasok bahan bakar, dan satu atau lebih kotak untuk masuknya udara, tergantung pada ketinggian dari dinding *coke oven*. Rata-rata suhu *nozzle-brick*, yang mencirikan operasi pipa pemanas, biasanya diatur antara 1150°C dan 1350°C. Biasanya, gas dapur-kokas yang telah dibersihkan digunakan sebagai bahan bakar, akan tetapi gas-gas lain seperti gas *blast furnace* yang diperkaya dengan gas bumi, atau gas bumi saja dapat digunakan juga.

Proses karbonisasi segera dimulai setelah proses pemuatan batubara (*coal charging*). Gas terbang/asiri (*volatile gas*) dan uap air yang keluar akibat pemanasan mencapai sekitar 8% - 11% dari total muatan batubara. Gas dapur-kokas (COG) mentah (*crude*) dikeluarkan melalui pipa-pipa ke dalam suatu sistem pengumpulan. Karena nilai kalornya yang relatif tinggi, gas tersebut setelah mengalami proses pemurnian dapat digunakan sebagai bahan bakar (misalnya untuk pemanasan baterai). Batubara dipanaskan dengan suatu sistem pemanasan/pembakaran dan tetap dalam dapur kokas sampai bagian tengah batubara mencapai suhu 1000°C hingga 1100°C.

Kokas *blast furnace* harus memenuhi persyaratan ukuran dan kekuatan tertentu yang memungkinkannya menopang muatan bijih besi oksida dan fluks (batu kapur atau kapur) dalam *blast furnace*. Kokas ini menyediakan panas dan karbon untuk reduksi bijih besi.

Kokas pengecoran (*foundry*) paling sering digunakan dalam pencairan dan pengecoran besi dan logam lainnya.

Setelah pendinginan dan penanganan, kokas disaring (diayak) untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan keperluan pemakaiannya. Potongan kecil (serbuk) kokas yang dikeluarkan dari proses disebut *coke breeze* (serbuk kokas) dan sering digunakan dalam fasilitas sinter di pabrik besi dan baja. Proses sinter (*sintering*) adalah proses di mana butiran halus (*finer*) bijih besi dipanaskan dalam campuran fluks supaya partikel-partikel tersebut menggumpal menjadi ukuran yang lebih besar.

Produk-produk *coke oven*

Coke oven memproduksi kokas dan gas wantah (*untreated gas*) *coke-oven*. Gas ini dimurnikan dengan menghilangkan partikel debu dan produk berharga lainnya. Produk ini termasuk tar, minyak ringan (kebanyakan bensol, toluena dan xylene), amonia, dan sulfur. Dengan demikian gas *coke-oven* adalah bahan bakar berkualitas tinggi yang kaya hidrogen (40% sampai 60% menurut volume), dan metana (30% menjadi 40% menurut volume).

Perolehan produk yang sesungguhnya dari *coke oven* tergantung pada muatan batubaranya serta lamanya waktu pemanasan. Namun, perolehannya yang umum dapat diilustrasikan pada Gambar L1.7 yang menyajikan berbagai *output* sebagai persentase dari *input* batubara menurut massa.

Kokas suhu rendah (semi kokas)

Gumpalan residu batubara yang dikarbonisasi pada suhu di bawah 850°C disebut kokas suhu rendah. Kokas ini biasanya masih memiliki residu zat terbang dan terutama digunakan sebagai bahan bakar padat tanpa asap (lihat bahan bakar paten dan briket berikut ini).

Patent fuel dan briket

Patent fuel

Bahan bakar padat hasil proses batubara biasanya dilaporkan sebagai dua jenis produk. Salah satunya adalah *patent fuel*. Bahan bakar ini pada hakekatnya merupakan bahan bakar tanpa asap dan berasal dari butiran halus, atau debu residu batubara tua. Bagian batubara yang sangat halus ini ditekan menjadi briket dengan atau tanpa zat pengikat. Kadang-kadang zat pengikatnya adalah bahan bakar lain seperti produk minyak atau gumpalan produk energi terbarukan seperti *pitch* (bahan bakar padatan sisa proses penyulingan). Selain itu, proses ini dapat mencakup pemanasan bersuhu rendah atau karbonisasi briket selama pembentukannya. Sejumlah *patent fuel* juga merupakan kokas suhu rendah.

BKB atau briket batubara muda dan gambut

Briket juga diproduksi dari batubara muda atau gambut. Inilah yang disebut sebagai "briket batubara coklat" atau BKB (dari bahasa Jerman *Braunkohlenbriketts*), dan dapat diproduksi dengan atau tanpa zat pengikat. Pembuatan briket batubara muda dan gambut seringkali mengandalkan kandungan air yang tertinggal dalam bahan bakar untuk penggabungan partikel pada tekanan tinggi.

Secara umum, *patent fuel* mempunyai nilai kalori neto yang sama tapi sedikit lebih tinggi daripada bahan bakar asalnya. Dalam beberapa kasus, hal ini disebabkan oleh penambahan pengikat (bila diperlukan) tetapi terutama adalah akibat dihilangkannya ketidakmurnian dan kandungan air dari pecahan partikel yang sangat halus yang ada sebelum diolah menjadi briket. Bila *input* untuk pembuatan bahan bakar ini dilaporkan, penting untuk menyertakan zat pengikatnya (jika merupakan produk energi) serta panas dan listrik yang digunakan dalam proses penekanan dan penggabungan.

Produksi bahan bakar dan pemakaiannya di industri besi dan baja

Industri besi dan baja di beberapa negara terbatas hanya untuk perlakuan (*treatment*) dan penyelesaian (*finishing*) baja, tanpa adanya produksi kokas atau pengoperasian *blast furnace*. Pabrik yang menggabungkan produksi kokas dan tahapan produksi besi serta *treatment* dan *finishing* baja dikenal sebagai pabrik baja terpadu.

Pembuatan kokas dan produksi gas *coke-oven*, ter dan minyak telah dijelaskan di atas. Kokas disaring setelah produksi dan serbuk kokas (*coke breeze*) digunakan untuk operasi fasilitas *sinter*. Kokas dimuat ke dalam *blast furnace*.

Fasilitas sinter

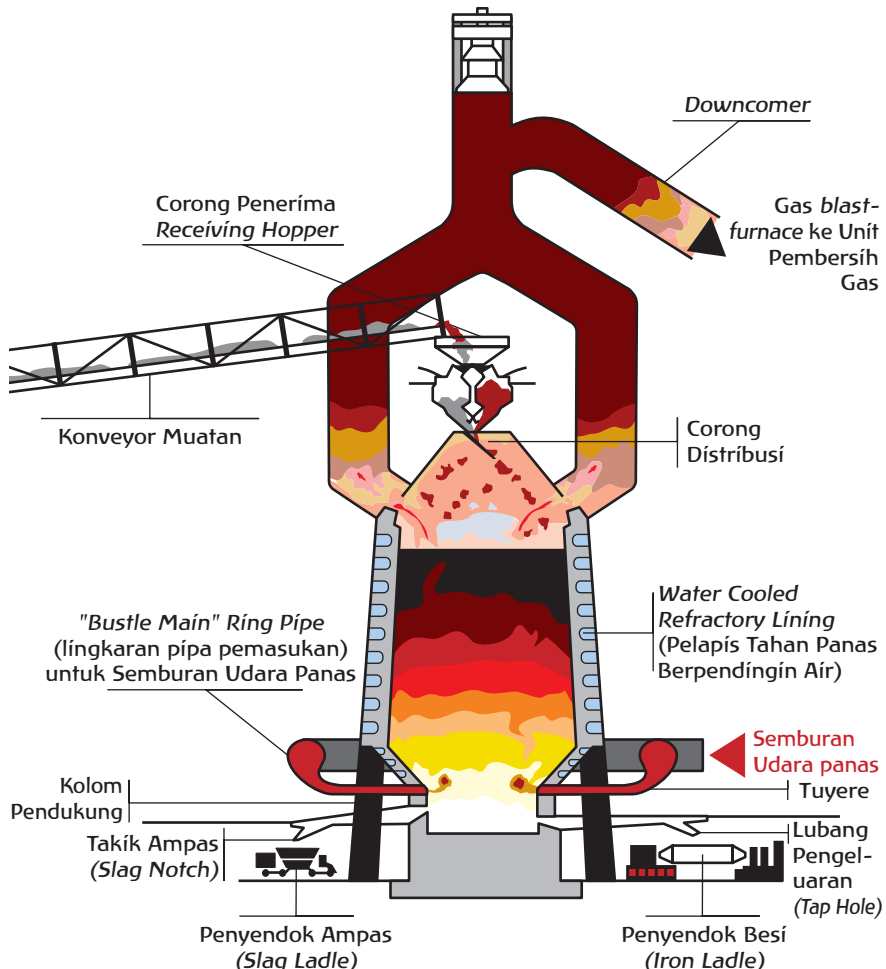
Fasilitas sinter mempersiapkan butiran halus bijih besi dan limbah dari *blast furnace* dan pengoperasian fasilitasnya sendiri yang didaur ulang sebelum dimuat ke dalam *blast furnace*. *Sintering* diperlukan karena sebagian besar bijih besi yang tersedia saat ini berukuran lebih kecil dari ukuran yang ideal untuk langsung digunakan dalam *blast furnace*. Dengan penambahan *coke breeze* dan panas, maka butiran halus tersebut akan terbakar dan membantu penggabungan lapisan butir-butir

halus materi dasar sinter. Lapisan materi dasar sinter yang sudah tergabung ini kemudian dipecah menjadi potongan-potongan dan disaring untuk memilih ukuran yang dibutuhkan untuk mengisi *blast furnace*. Butiran halus kokas yang dikonsumsi pada fasilitas *sinter* merupakan suatu pemakaian pembakaran bahan bakar dan karenanya harus dilaporkan sebagai konsumsi industri besi dan baja.

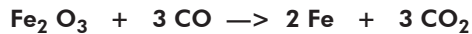
Blast furnace (tanur tinggi)

Blast furnace digunakan untuk pembuatan besi yang mayoritasnya dibuat menjadi baja. *Input* untuk *blast furnace* adalah bijih besi oksida, fluks (batu kapur atau kapur) untuk membantu aliran logam yang melebur melalui lapisan kokas dan menghilangkan keasaman, serta kokas untuk memberikan panas dan struktur matriks terbuka yang akan menopang bijih besi dan fluksnya dan memungkinkan cairan besi mengalir ke dasar tanur. Gambar L1.8 memberikan garis-besar bagian-bagian utama *blast furnace*.

Gambar L1.8 • Bagian-bagian Utama Blast Furnace



Reaksi kimia yang penting dari proses ini adalah reduksi bijih besi (besi oksida) dengan karbon yang diperoleh dari kokas:



Tidak semua karbon monoksida (CO) dikonversi ke karbon dioksida (CO₂) dalam proses dan sisanya keluar dari *blast furnace* ke dalam gas *blast-furnace*. Adanya karbon monoksida dalam gas *blast-furnace* memberikan nilai panasnya. Suhu dari udara semburan yang memasuki *blast furnace* dapat setinggi 900°C dan menyediakan sebagian besar dari kebutuhan panasnya. Pembakaran tidak penuh (*partial combustion*) dari bahan bakar dalam tanur maupun, di mana terjadi, bahan bakar yang diinjeksi ke dalam semburan udara menyediakan sisa panas yang dibutuhkannya. Gas *blast-furnace* ini bersih dan mungkin diperkaya dengan gas *coke-oven* sebelum digunakan untuk memanaskan udara semburan dan untuk tujuan lain pada lokasi pembuatan. Pemanas udara semburan (*cowpers*) terpisah dari *blast furnace* dan tidak ditampilkan pada Gambar L1.8

Bahan lainnya tidak diinjeksi ke dalam udara semburan pada setiap fasilitas *blast furnace*. Tujuan daripada injeksi adalah untuk menambah karbon pada proses sehingga mengurangi kebutuhan kokas. Kebanyakan, tetapi tidak semua, dari bahan-bahan yang dimasukkan dikenal dalam kuesioner sebagai bahan bakar. Bahan-bahan tersebut sebagian teroksidasi pada saat kontak dengan semburan udara panas, dan karbon monoksida yang dihasilkannya, bersama dengan yang berasal dari kokas, dialirkan ke pengisian untuk mengurangi oksida besi.

Pelaporan bahan bakar *blast furnace* tergantung pada statistik proses yang disampaikan oleh industri besi dan baja. Ini jelas dari pembahasan di atas, dan dari pembahasan tentang produksi kokas, bahwa industri baja terpadu adalah konsumen energi yang besar dan merupakan bagian penting dalam keekonomian energi. Adanya persaingan alami industri ini memerlukan banyak upaya untuk mengurangi biaya, dimana yang terbesar adalah pengurangan konsumsi energi. Akibatnya, sebagian besar perusahaan mencatat dengan seksama penggunaan bahan bakar dan energinya dengan cara yang sangat mirip dengan neraca yang dijelaskan dalam Manual ini. Hal ini berimplikasi bahwa industri baja yang besar kapasitasnya, paling tidak, harus mampu untuk melaporkan bahan bakar yang digunakannya untuk setiap proses asalkan format pengumpulan data disesuaikan dengan operasi internalnya.

Dalam kondisi pelaporan yang ideal, para ahli statistik akan memiliki informasi dan kuantitas berbagai jenis bahan bakar yang digunakan pada *blast furnace* serta angka gas *blast furnace* yang dihasilkannya. Namun, biasanya tidaklah mungkin dapat dipisahkan jumlah bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan udara semburan dengan yang digunakan sebagai bahan baku *blast furnace* itu sendiri. Karena ketiadaan informasi ini, pelaporannya harus mengasumsikan bahwa semua gas *blast-furnace* dan gas *coke-oven* yang digunakan pada *blast furnace* adalah untuk pemanasan udara semburan dan harus dianggap sebagai konsumsi dari sektor energi. Semua kokas, batubara, atau minyak harus diperlakukan sebagai penggunaan transformasi dalam *blast furnace*. Kadang-kadang, penggunaan gas bumi dapat dilaporkan tetapi sifat penggunaannya kurang jelas karena dapat dikonsumsi untuk ke dua tujuan berbeda tersebut (sektor transformasi atau sektor energi). Jika ada pelaporan gas bumi, ahli statistik harus berkonsultasi dengan penyedia data.

Dengan asumsi bahwa semua data tersedia, maka pelaporan seperti dijelaskan di atas merupakan cara yang mudah dan pragmatis untuk membedakan penggunaan bahan bakar antara sektor transformasi dan penggunaan sektor energi.

Basic oxygen steel furnace (tanur baja oksigen basa)

Tanur baja oksigen basa dan tanur busur listrik (*electric arc furnaces*) merupakan alat-alat utama pembuatan baja dari besi kasar dan potongan baja. Tanur baja oksigen basa (BOS) adalah sesuatu yang penting bagi ahli statistik energi karena proses tersebut menghasilkan gas yang komposisinya serupa dengan gas *blast furnace* dan biasanya memang dikumpulkan bersama dan dilaporkan sebagai bagian dari produksi gas *blast-furnace*.

Tanur BOS beroperasi dengan muatan besi kasar yang dicairkan dan beberapa potongan baja. Oksigen ditiupkan ke dalam muatan cair (lelehan) dan mengoksidasi karbon yang ada pada besi (sekitar 4%), menguranginya hingga tingkat yang diperlukan untuk baja (sekitar 0,5%). Karbon dioksida dan karbon monoksida yang dihasilkan akan terbawa oleh sistem pengumpulan gas dan debu. Proses oksidasi memanaskan muatan cair dan membantu melelehkan tambahan potongan baja. Dengan cara ini, potongan baja menstabilkan suhu proses.

Mempertimbangkan aliran karbon pada *blast furnace* dan tanur BOS menunjukkan bahwa hampir semua ($\approx 99,5\%$) dari *input* karbon pada *blast furnace* terbawa di dalam gas *blast-furnace* (termasuk BOS).

4 Gas bumi

Liquefied natural gas (LNG)

LNG adalah gas bumi yang telah didinginkan pada suhu (sekitar -160°C) dimana ia menjadi cair pada tekanan atmosfer. LNG menempati sekitar 1/600 dari volume yang ditempatinya pada suhu normal.

Pencairan gas bumi akan mengurangi biaya transportasi gas jarak jauh, dan dengan adanya belakangan ini penurunan biaya dalam pencairan, penyimpanan dan kemudian gasifikasi LNG, maka pencairan telah mengakibatkan menjadi lebih ekonomisnya eksploitasi sumber-sumber gas yang jauh dari pusat permintaan.

Proses pencairan

Gas yang diekstraksi dikeringkan dan komponen asam dihilangkan sebelum pencairan. Pendinginan dicapai oleh satu atau beberapa proses dimana gas disirkulasi kembali dengan ekstraksi berturut-turut dari komponen cair. Gas yang lebih berat yang dapat dijual (etana, propana, dll) dan gas-gas lembam (*inert gas*) dihilangkan selama tahap pencairan. Akibatnya, komposisi LNG biasanya lebih kaya metananya (sekitar 95%) daripada gas bumi yang dapat dipasarkan yang belum dicairkan.

Pencairan adalah suatu proses yang energi intensif yang memerlukan listrik dan panas. Kedua bentuk energi biasanya diproduksi pada lokasi dimana gas bumi diterima oleh fasilitas pencairan.

Rantai LNG dan transportasi

Rantai pasokan untuk LNG terdiri dari empat tahapan utama dimana yang pertama bukan merupakan suatu keunikan LNG.

- Produksi gas bumi.
- Pencairan dan penyimpanan.
- Transportasi.
- Penyimpanan dan gasifikasi kembali.

Metode untuk penyimpanan LNG pada lokasi pencairan dan terminal penerimaan di negara tujuan adalah sama dan terdiri dari sebuah desain “tangki dalam tangki”. Tangki yang di dalam biasanya terbuat dari baja nikel dan yang di luar dari baja karbon atau beton pra-tekan. Dua tangki dipisahkan dengan bahan penyekat panas.

Transportasi LNG dengan kapal adalah dengan menggunakan kapal khusus berlambung ganda (*double hull*) yang membawa tangki yang terisolasi (*insulated tanks*). Desain kapal yang paling umum adalah menggunakan bagian tangki penyimpanan yang berbentuk bola (*spherical storage tanks*) yang jelas terlihat di atas dek.

Kapal dapat menggunakan gas serta minyak sebagai bahan bakar untuk penggerakannya.

Selama penyimpanan dan transportasi, LNG disimpan pada tekanan atmosfer.

LNG dikosongkan dari kapal ke tangki penyimpanan di tempat tujuan sebagai persiapan untuk penggunaannya. Cairannya di gasifikasi kembali dengan mengalirkannya melalui pipa yang dipanaskan langsung oleh pembakaran atau tidak langsung oleh cairan panas. Gas diinjeksi ke dalam sistem transmisi gas bumi untuk penggunaan akhir. LNG dapat digunakan untuk memenuhi sebagian dari permintaan beban dasar atau untuk pengiriman cepat dalam pengurangan beban puncak (*“peak shaving”*) ketika permintaan jaringan gas tinggi. Penyimpanan LNG yang relatif sederhana sangat bermanfaat di suatu daerah yang permintaan gasnya tinggi tetapi formasi geologis alaminya tidak memungkinkan adanya penyimpanan gas bumi di bawah tanah.

Gas bumi yang dikompresi

Gas bumi yang dikompresi (CNG) semakin banyak digunakan sebagai bahan bakar bersih untuk kendaraan angkutan jalan. Gas bumi dikompresi dengan tekanan tinggi (biasanya 220 atmosfer) dan disimpan dalam kontainer yang dirancang khusus untuk digunakan di dalam kendaraan. Desain dan pemeriksaan kontainer dilakukan dengan sangat ketat karena tanki tersebut harus dapat tahan tidak hanya terhadap tekanan yang tinggi tetapi juga terhadap kerusakan akibat kecelakaan dan kebakaran. Biaya instalasi dan inspeksi dari kontainer CNG pada kendaraan jalan yang berukuran lebih kecil jarang ekonomis bila dibandingkan dengan bahan bakar konvensional. Namun, penggunaan CNG sering lebih ekonomis pada kendaraan transportasi umum.

Terdapat rencana untuk mengangkut CNG dengan kapal. Meskipun akan ada kesulitan masalah desain penyimpanan bertekanan tinggi, namun transportasi demikian akan memungkinkan eksploitasi sumber-sumber gas bumi yang “terlantar” yang terlalu kecil untuk dieksploitasi secara ekonomis dengan proses pencairan gas (LNG).

Sebuah kapal CNG juga memiliki keuntungan, yaitu bisa mengeluarkan muatannya langsung ke dalam jaringan gas bumi di tempat tujuan. Jadi, tidak seperti LNG, karena tidak memerlukan tangki penyimpanan.

Penyimpanan gas bumi

Stok gas bumi mempunyai peranan penting dalam memenuhi permintaan bila terjadi perubahan permintaan atau pasokan yang pesat. Permintaan gas meningkat secara drastis selama cuaca dingin dan jauh lebih ekonomis untuk memenuhi sebagian daripada permintaan tersebut dari lokasi penyimpanan dibanding membangun suatu sistem produksi dan transmisi untuk memenuhi permintaan puncak. Penyimpanan gas semakin banyak digunakan sebagai alat komersial untuk menghindari peningkatan harga pasokan yang tajam selama permintaan puncak.

Fasilitas penyimpanan gas dibedakan menurut dua kategori dasar, yang mendefinisikan karakteristiknya; musiman atau puncak. Fasilitas penyimpanan musiman, yang dapat digunakan sebagai sesuatu yang strategis, harus dapat menyimpan gas dalam volume yang sangat banyak yang disimpan secara bertahap pada saat kebutuhan rendah untuk dilepas pada periode dimana kebutuhan tinggi. Sebaliknya, fasilitas puncak, menyimpan dalam kuantitas yang lebih sedikit tetapi harus mampu dengan cepat menyalurkan gas ke jaringan transmisi untuk memenuhi lonjakan kebutuhan gas.

Penyimpanan gas bumi dalam bentuk gasnya memerlukan wadah (pelingkup) gas dengan volume besar dan pilihan yang nyata adalah pada formasi geologis bawah tanah yang memiliki karakteristik yang sesuai. Secara jelas, rongga bawah tanah harus dapat menahan gas bumi yang tersimpan di dalamnya tetapi harus juga dapat melepaskannya untuk digunakan pada tingkat yang dibutuhkan. Terdapat tiga jenis utama penyimpanan yang tersedia.

Ladang minyak dan gas yang sudah depleksi

Ini adalah pilihan yang baik karena secara alami mampu menampung gas dan sudah tersedia berbagai instalasi untuk melakukan injeksi dan penarikan gas. Jenis penyimpanan ini merupakan pilihan yang paling rendah biayanya (tidak mahal) tetapi mungkin tidak selalu menyediakan gas dengan laju pengeluaran yang tinggi.

Akuifer

Akuifer mungkin dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan yang tersedia asalkan memiliki karakteristik geologis yang cocok. Lapisan sedimen yang berpori harus dilapisi dengan sumbat batu penutup yang tidak tembus.

***Salt cavities* (rongga garam)**

Rongga dalam deposit garam mungkin terdapat secara alamiah atau dibentuk dengan melakukan injeksi air dan mengeluarkan air asinnya. Umumnya jenis penyimpanan ini lebih kecil dibandingkan dengan tempat penyimpanan dari jenis ladang minyak dan gas bumi terdepleksi atau akuifer, namun memungkinkan laju

pelepasan gas yang sangat baik dan sangat sesuai untuk memenuhi kebutuhan “*peak-shaving*”.

Jumlah gas dalam rongga dibagi menjadi dua bagian, yaitu “gas yang dapat diperoleh kembali (*recoverable*)” dan “*cushion gas* (gas bantalan)”.

Cushion gas adalah volume yang harus ada untuk menjaga tekanan dan kemampuan operasinya. Gas ini tidak dapat dilepaskan selama umur operasi rongga tersebut, seperti halnya dengan minyak atau gas dalam saluran pipa.

Gas yang dapat diperoleh kembali (atau diberdayakan) adalah gas yang disimpan di samping *cushion gas*.

Nilai kalor

Nilai kalor dari gas bumi bervariasi sesuai dengan komposisinya, yaitu jumlah unsur gas pokok yang terkandung dalamnya. Komposisi gas tergantung pada ladang minyak atau gas dimana diekstraksi dan perlakuan-perlakuan khusus sebelum siap terjual. Beberapa unsur pokok gas mungkin “lembam” tanpa nilai kalor (misalnya karbon dioksida atau nitrogen). Secara umum, LNG memiliki kandungan metana yang lebih tinggi daripada gas bumi itu sendiri karena beberapa bahan bakar berat ataupun gas lembam dihilangkan selama pencairan.

Dengan meningkatnya kandungan metana dalam gas bumi, nilai kalornya menurun jika diekspresikan dalam megajoule (MJ) per meter kubik, namun akan meningkat bila dinyatakan dalam MJ per kilogram.

Tidaklah mungkin untuk mengetahui nilai kalor dari gas bumi tanpa mengukurnya secara langsung atau menghitungnya dengan suatu analisis gas. Secara umum, nilai-nilai kalor yang dinyatakan dalam kontrak komersial pada titik impor, ekspor atau masuk ke dalam jaringan nasional harus digunakan dalam statistik nasional. Perhitungan rata-rata dari beberapa sumber impor yang nilai kalornya berbeda telah dibahas pada pembahasan Kuesioner Gas Bumi.

Nilai kalori dari gas bumi biasanya dinyatakan dalam MJ per meter kubik diukur pada kondisi suhu dan tekanan tertentu yang ditetapkan sebagai standar oleh industri gas nasional atau sebagaimana ditentukan dalam kontrak penjualan. Pentingnya mengetahui kondisi suhu dan tekanan di mana nilai kalornya diukur telah tercakup dalam pembahasan Kuesioner Gas Bumi. Sangat tidak biasa, dalam perdagangan gas komersial, untuk mendapatkan nilai kalori dari gas bumi yang berbentuk gas dalam MJ per kg atau gigajoule (GJ) per ton. Namun, untuk referensi, nilai kalor dari metana murni pada 25°C adalah 55,52 GJ/ton. Nilai-nilai yang diamati akan lebih rendah daripada nilai ini.

Sebaliknya, nilai kalori LNG dapat dinyatakan dalam MJ per meter kubik dari gas cair atau GJ per ton. Rasio antara satu meter kubik LNG dan satu meter kubik LNG yang telah digasifikasi kembali tergantung pada komposisi dari LNG dan rasionya sekitar 1:600. Kepadatan dari LNG adalah antara 0,44 dan 0,47 ton per meter kubik, juga tergantung pada komposisinya. Nilai kalori dari LNG yang telah digasifikasi kembali berkisar antara 37,6 MJ/m³ ke 41,9 MJ/m³.

Lampiran 2

Karakteristik Bahan Bakar



1 Bahan Bakar Fosil Padat dan Gas Hasil Proses

Batubara

Ada banyak jenis batubara. Batubara ini dapat dibedakan berdasarkan karakteristik fisik dan kimia yang menentukan kecocokan penggunaannya.

Batubara terutama terdiri dari karbon (lihat Tabel L2.1). Batubara juga menghasilkan zat terbang/asiri (*volatile matter*) ketika dipanaskan pada suhu dekomposisinya (penguraiannya). Selain itu, batubara mengandung kadar air dan bahan mineral pembentuk abu. Karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen juga terdapat dalam batubara. Kombinasi dari unsur-unsur tersebut serta pangsa dari zat terbangnya, air, dan abu sangat bervariasi diantara berbagai jenis batubara. Kandungan karbon tetap dan zat terbang yang dihasilkannya menentukan nilai energi batubara dan sifat pengokasannya dan menjadikannya mineral yang berharga di pasar dunia. Kandungan karbon tetap umumnya mempengaruhi kandungan energi dari batubara. Semakin tinggi kandungan karbon tetapnya, semakin tinggi kandungan energi dalam batubara tersebut.

Tabel L2.1 • Skema Komposisi Batubara

Non-bahan Batubara	Bahan batubara
Kadar air	Karbon tetap
Abu	
	Zat Terbang (Asiri)

- *Zat Terbang (Volatile Matter)* adalah bagian sampel batubara yang kering udara (*air dried*) yang dikeluarkan dalam bentuk gas selama tes pemanasan standar. Zat terbang merupakan unsur positif untuk batubara termal tapi dapat menjadi sesuatu yang negatif untuk batubara kokas.
- *Abu* adalah ampas yang tersisa setelah pembakaran sempurna semua bahan batubara organik dan dekomposisi bahan mineral yang terdapat dalam batubara. Semakin tinggi kandungan abu, maka semakin rendah kualitas batubara. Kandungan abu yang tinggi berarti nilai kalorinya lebih rendah (kandungan energi per ton batubara) dan peningkatan biaya transportasi. Sebagian besar batubara yang diekspor dicuci terlebih untuk mengurangi kandungan abu (*beneficiation*) dan memastikan kualitas yang konsisten.

- *Kandungan (kadar) air* menunjukkan jumlah air yang ada dalam batubara. Biaya transportasi meningkat dengan meningkatnya kadar air. Kelebihan kadar air dapat dibuang setelah *beneficiation* pada fasilitas preparasi, namun hal ini akan meningkatkan biaya pengolahan.
- Adanya *kandungan sulfur* meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan bagi pengguna akhir (*end-user*). Jumlah sulfur yang tinggi menyebabkan korosi dan emisi dari sulfur dioksida pada produsen baja dan pembangkit tenaga listrik. Kadar sulfur yang rendah pada batubara tidak memerlukan instalasi alat desulfurisasi untuk memenuhi peraturan emisi yang ada. Batubara di belahan bumi selatan umumnya memiliki kandungan sulfur yang rendah dibandingkan dengan batubara di belahan bumi utara.

Dalam sistem peringkat yang dibahas di bawah ini, batubara berperingkat tinggi mempunyai tingkat kelembapan dan penguapan lebih rendah. Batubara peringkat tinggi juga cenderung memiliki kandungan karbon lebih tinggi dan kandungan energi yang tetap.

Sifat batubara lainnya seperti *grindability* (ketergerusan), *vitritite reflectance* (pemantulan vitritit) dan *crucible swelling number* (indeks muai bebas) merupakan faktor penting ketika kita akan melakukan penilaian kualitas batubara. Umumnya, batubara berperingkat tinggi memiliki kualitas kokas yang tinggi. Batubara kokas tidak banyak tersedia dibandingkan batubara termal, sehingga harganya lebih mahal.

Klasifikasi Batubara

Oleh karena sumber daya batubara telah didistribusikan dan diperdagangkan secara luas, telah banyak diusulkan berbagai sistem nasional untuk klasifikasi batubara. Berbagai sistem klasifikasi nasional telah membuktikan kegunaannya dalam menggolongkan sumber batubara suatu negara dan dapat digunakan untuk membandingkan batubara impor dengan umur geologi dan peringkat yang serupa. Peringkat memberikan ukuran terhadap jumlah mineral yang telah mengalami proses menjadi batubara atau mengalami perubahan dalam formasinya. Batubara mengalami tahap-tahap evolusi, dari lignit (batubara coklat), ke sub-bituminus, bituminus dan akhirnya antrasit. Batubara berubah melalui peringkat-peringkat tersebut, oleh karena peningkatan temperatur dan tekanan menurunkan kandungan air dan menaikkan kandungan karbon. Batubara sub-bituminus, batubara bituminus dan antrasit dikenal secara kolektif sebagai batubara hitam.

Batubara peringkat rendah, seperti lignit dan batubara sub-bituminus, biasanya lebih lunak, gembur dengan tampilannya yang kusam seperti tanah; biasanya mempunyai tingkat kelembapan yang tinggi dan kandungan karbon yang rendah sehingga kandungan energinya juga rendah.

Batubara yang peringkatnya lebih tinggi biasanya lebih keras dan kuat serta kerap berwarna hitam berkilau seperti kaca (*bright coal*). Peningkatan peringkat batubara diikuti oleh peningkatan kandungan karbon dan energi dan penurunan kandungan kelembapan pada batubara. Antrasit adalah teratas dalam skala peringkat dan oleh karena itu memiliki kandungan karbon dan energi yang lebih tinggi dan tingkat kelembapan yang lebih rendah.

Pengembangan satu klasifikasi batubara sederhana yang berlaku untuk semua batubara di seluruh dunia dan dapat diterima oleh dunia industri batubara

internasional masih merupakan tantangan yang belum terselesaikan. Organisasi Standar Internasional (ISO) saat ini sedang melakukan pengembangan suatu sistem klasifikasi ISO, yang walaupun sederhana akan didasarkan pada beberapa parameter kunci yang memadai untuk memberikan dasar yang berguna untuk klasifikasi sumber daya batubara dari semua peringkat di seluruh dunia.

Tabel L2.2, yang merupakan pengulangan dari Tabel 5.1, memberikan rincian produk batubara primer dan bahan bakar turunan, yang mencakup bahan bakar padat dan gas hasil proses. Semua produk didefinisikan dalam Glosarium.

Tabel L2.2 • Produk Batubara Primer Padat dan Turunannya

PRODUK BATUBARA PRIMER	Batubara kokas	BAHAN BAKAR FOSIL PADAT
	Batubara bituminus lain dan antrasit	
	Batubara sub-bituminus	
	Lignit/batubara muda	
	Gambut	
BAHAN BAKAR TURUNAN	<i>Patent fuel</i> (Bahan bakar paten)	
	Kokas <i>coke-oven</i> (dapur kokas)	
	Gas <i>coke</i> (kokas gas)	
	Briket	
	Gas kilang gas (<i>Gas-works gas</i>)	
	Gas <i>coke-oven</i> (dapur kokas)	
	Gas <i>blast-furnace</i> (tanur tinggi)	
Gas <i>basic oxygen steel-furnace</i> (tanur baja oksigen basa)		

2

Minyak Mentah dan Produk Kilang

Minyak mentah

Komposisi kimia minyak mentah terutama terdiri dari rangkaian hidrogen dan karbon, yang disebut hidrokarbon.

Ada banyak jenis minyak mentah, karena minyak mentah mengandung berbagai hidrokarbon, tergantung lokasi dimana ditemukan. Hidrokarbon di dalam minyak mentah beragam dari yang paling ringan hingga terberat, dan karakteristik masing-masing minyak mentah ini dapat menentukan harga.

Minyak mentah yang mengandung banyak hidrokarbon berat dan sedikit hidrokarbon ringan dianggap sebagai minyak mentah berat dan sebaliknya

disebut minyak mentah ringan. Contoh dari minyak mentah berat adalah minyak *Mexican Maya*, sedangkan *Nigerian Bonny Light* dianggap sebagai minyak mentah ringan. Karena komposisi minyak mentah tergantung pada lokasi dimana ditemukan, minyak biasanya diberi nama berdasarkan wilayah atau tempat dari mana berasal. Lebih rinci lagi, pemberian namanya berdasarkan lokasi resevoir, lapangan, atau wilayah dimana minyak tersebut memancar/menyembur.

Selain hidrokarbon, minyak mentah ketika pertama kali menyembur dari tanah dapat mengandung garam, yang sebagian bersifat korosif, dan sulfur. Garam dibuang dengan proses pengawagaraman (*desalting*). Sulfur juga dapat menjadi karakter yang tidak dikehendaki dalam suatu proses dan kualitas sehingga mungkin perlu dibuang. Kandungan sulfur dalam minyak mentah bervariasi dari di bawah 0,05% sampai lebih dari 5% pada beberapa minyak mentah - pada umumnya semakin tinggi densitas dari minyak mentah, semakin besar kandungan sulfurnya. Minyak mentah dengan kandungan sulfur rendah seringkali disebut sebagai *sweet crudes*, sedangkan jenis sulfur tinggi adalah *sour crude*. Sulfur dapat dihilangkan dengan *desulfurisasi*.

Untuk mengevaluasi minyak mentah, beberapa hal perlu dianalisis:

- Densitas relatif (lihat Bab 4, Bagian 3) memberikan indikasi antara fraksi ringan berbanding fraksi berat dalam minyak mentah.
- Viskositas (kekentalan), atau tingkat resistensi minyak untuk mengalir.
- Titik tuang (*pour point*) atau suhu terendah (dalam °F atau °C) di mana cairan tetap dapat dituangkan (artinya masih bersifat sebagai cairan).
- Kandungan air.
- Kandungan sulfur (lihat di atas).
- Kandungan parafin dan *asphaltene* (lilin sebagai persentase massa).
- Adanya zat pencemar (*contaminant*) dan logam berat.

Harga minyak sangat bergantung pada hal-hal di atas, karena akan mempengaruhi proses dan *output* produk. Oleh karena itu tidak hanya hasil yang akan mempengaruhi harga minyak mentah, tetapi juga kompleksitas pengolahan minyak mentah yang dibutuhkan pada saat penyulingan.

Cairan gas bumi (NGL)

Cairan gas bumi adalah campuran hidrokarbon cair, yang berbentuk gas pada suhu dan tekanan reservoir, namun dapat diperoleh kembali dengan proses kondensasi dan absorpsi.

Cairan gas bumi dapat diklasifikasikan berdasarkan tekanan gasnya, yaitu tekanan gas yang keluar dari cairan – dalam hal ini mengukur kecenderungan molekul untuk memasuki fase gas. Cairan gas bumi dengan tekanan gas rendah adalah kondensat; dengan tekanan sedang adalah bensin alami, dengan tekanan gas yang tinggi adalah bahan bakar gas cair (*Liquid Petroleum Gas/LPG*). Jadi, bahan bakar gas cair (LPG) berbentuk gas pada suhu dan tekanan ambien (ruang) dan terdiri dari propana dan butana. Bensin alami meliputi pentana plus dan hidrokarbon berat. Bensin ini berbentuk cair pada suhu dan tekanan ambien.

Terkandung dalam cairan gas bumi adalah propana, butana, pentana, hexana dan heptana, namun bukan metana dan etana, karena hidrokarbon ini memerlukan pendinginan untuk berbentuk cair. Istilah ini umumnya disingkat sebagai NGL (*Natural Gas Liquid*).

Input kilang lainnya

Selain minyak mentah dan NGL, berbagai *input* lainnya digunakan untuk menghasilkan produk-produk minyak. Diantara *input* tersebut adalah bahan baku kilang – yaitu, minyak yang belum selesai diproses namun telah melalui proses pengilangan, minyak mentah sintetis (misalnya dari pasir tar atau pencairan batubara), serta komponen pencampur lainnya yang dicampur terutama dengan bensin untuk meningkatkan sifat bahan bakar.

Input kilang lainnya ini berasal dari berbagai sumber, dan kualitas mereka dapat sangat berbeda.

Produk-produk kilang

Fungsi yang paling penting dari suatu kilang minyak adalah untuk memproduksi seekonomis mungkin produk kilang yang diperlukan di pasar. Produk kilang tersebut merupakan bentuk sekunder dari minyak mentah.

Proses distilasi adalah proses pengilangan minyak mentah tahap pertama yang bertujuan untuk memisahkan minyak mentah menjadi beberapa fraksi. Pada proses distilasi, minyak mentah dipanaskan dan berbagai produk minyak diperoleh pada temperatur yang berbeda-beda. Produk yang lebih ringan, seperti LPG, nafta dan bensin diperoleh pada suhu terendah, sedangkan bahan bakar jet, minyak tanah dan minyak diesel/solar diperoleh pada suhu sedang. Oleh karena itu kelompok terakhir tersebut dikelompokkan sebagai distilat menengah (*middle distillate*). Sedangkan fraksi yang berat, seperti minyak bakar (*fuel oil*), memerlukan suhu yang sangat tinggi.

Berbagai fraksi hasil distilasi biasanya memerlukan proses lebih lanjut, bukan saja karena produk tersebut tidak memiliki karakteristik yang memadai, tetapi juga karena pemrosesan lebih lanjut dari produk tersebut akan secara ekonomis meningkatkan nilai *output*-nya. Pasar minyak semakin menuntut produk yang lebih ringan dan bernilai lebih tinggi, dan berbagai tahapan proses dalam kilang bertujuan untuk mendapatkan perolehan produk lebih ringan yang lebih banyak, misalnya proses konversi seperti perengkahan katalis (*catalytic cracker*).

Berikut adalah beberapa dari kategori produk utama minyak dan penggunaannya:

- LPG digunakan untuk keperluan energi dan non-energi. Dalam hal penggunaannya sebagai bahan bakar untuk energi, LPG sering digunakan di perumahan baik untuk pemanasan maupun memasak. LPG juga digunakan pada sektor pertanian dan pemakaiannya cenderung meningkat pada sektor transportasi darat dalam mesin pembakaran internal. Sebagai non-energi, LPG digunakan sebagai bahan baku untuk proses petrokimia, seperti perekahan uap (*steam cracking*).

Tabel L2.3 • Produk Minyak Primer dan Sekunder

PRODUK MINYAK PRIMER	Minyak mentah	
	NGL (cairan gas bumi)	
	Hidrokarbon lainnya	
PRODUK SEKUNDER INPUT KE KILANG	Komponen tambahan/campuran (<i>Additives and blending components</i>)	
	Bahan baku kilang (<i>refinery feedstocks</i>)	
PRODUK MINYAK SEKUNDER	Gas kilang (<i>refinery gas</i>)	Minyak diesel transportasi
	Etana	Minyak diesel pemanas (<i>heating</i>) dan lainnya
	LPG (Gas kilang cair)	Bahan bakar residual: kandungan sulphur rendah
	Nafta (<i>Naphtha</i>)	Bahan bakar residual: kandungan sulphur tinggi
	Bahan bakar pesawat terbang (<i>Aviation gasoline - Avgas</i>)	<i>White spirit</i> (minyak cuci) + SBP
	Bahan bakar jet jenis bensin (<i>Gasoline type jet fuel</i>)	Pelumas (<i>lubricant</i>)
	Bensin tanpa timbal	Bitumen
	Bensin bertimbal	Lilin parafin (<i>paraffin waxes</i>)
	Bahan bakar jet jenis minyak tanah (<i>Kerosene type jet fuel - Avtur</i>)	Kokas minyak (<i>petroleum coke</i>)
	Minyak tanah lainnya (<i>Other kerosene</i>)	Produk lain

- Bensin terutama digunakan sebagai bahan bakar mobil dan truk ringan. Permintaan untuk bensin meningkat sangat pesat selama beberapa dekade belakangan ini, sejalan dengan meningkatnya permintaan akan mobil. Namun, adanya kepedulian terhadap lingkungan memerlukan perbaikan dalam komposisi bensin. Misalnya, timbal yang digunakan untuk meningkatkan angka oktan bensin sebagian besar telah dihapuskan di banyak negara sedangkan aditif lain dan *oxygenate* sekarang ditambahkan untuk meningkatkan pembakaran bahan bakar. Beberapa aditif dan *oxygenate* ini adalah butana, aromatik, alkohol and eter. Selain itu, untuk mengurangi polusi, Bahan Bakar Nabati/BBN (misalnya metanol yang berasal dari biomassa atau etanol yang berasal dari tanaman pertanian) sedang dikembangkan untuk menjadi campuran atau pengganti bensin.

- Bahan bakar diesel (*gas/diesel oil*) termasuk minyak diesel untuk transportasi (dikenal sebagai minyak solar-ADO), minyak diesel untuk pemanas dan lainnya (IDO). Minyak solar untuk transportasi digunakan untuk menggerakkan mesin diesel pada bus, truk, kereta api mobil dan berbagai mesin industri. Minyak diesel pemanas digunakan untuk memanaskan bangunan perumahan dan komersial, serta *boiler* (ketel) industri. Diesel juga digunakan untuk pembangkitan listrik, walaupun porsinya jauh lebih kecil daripada minyak bakar. Perbedaan utama antara minyak solar dengan minyak diesel adalah kandungan sulfurnya – guna kepentingan lingkungan, spesifikasi kandungan sulfur untuk minyak solar transportasi jauh lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel pemanas.
- Minyak bakar digunakan dalam pembangkit listrik untuk menghasilkan listrik dan panas. Disamping itu, minyak bakar digunakan juga dalam industri untuk proses pemanasan serta pada sektor komersial sebagai bahan bakar untuk pemanasan bangunannya. Permintaan akan minyak bakar untuk pembangkit listrik telah menurun cukup pesat selama tiga puluh tahun terakhir ini dengan semakin pentingnya masalah lingkungan dan pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Minyak bakar juga merupakan bahan bakar terpenting pada bunker laut internasional, sebagai bahan bakar kapal.

Produk kilang non-energi

Produk minyak tidak hanya digunakan sebagai bahan bakar (energi) tetapi juga digunakan sebagai bahan baku di berbagai sektor. Beberapa contoh produk-produk minyak yang digunakan untuk keperluan non-energi adalah:

- LPG, bensin untuk industri petrokimia.
- Tiner (*White spirit*) digunakan sebagai pelarut untuk cat dan pernis.
- Pelumas untuk motor dan mesin.
- Bitumen untuk pembangunan jalan.
- Lilin parafin (*paraffin waxes*) untuk lilin, semir, korek api.
- Kokas minyak (*petroleum coke*) untuk manufaktur elektroda, untuk produksi karbon, grafit dan produksi kimia lainnya.

Tabel L2.3, diulang dari Tabel 4.1, memberikan daftar lengkap produk minyak, dibagi antara produk primer dan sekunder. Semua produk ini dijelaskan dalam Glosarium.

3

Gas Bumi

Gas bumi terutama terdiri dari metana (CH_4), atau rantai hidrokarbon paling sederhana. Gas ini tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan lebih ringan daripada udara. Gas bumi ini berupa gas pada suhu di atas -107.2°C dan dengan berat jenis 0,6, lebih rendah dari udara. Kualitas dan komposisi gas bumi sangat bervariasi tergantung pada reservoir, lapangan atau formasi dari mana gas tersebut diambil. Ketika gas bumi diproduksi, gasnya mengandung sejumlah komponen lain seperti CO_2 , helium, hidrogen sulfida, nitrogen, uap air dan zat kontaminan lainnya yang mungkin bersifat korosif atau beracun.

Sebelum gas bumi digunakan secara komersial, perlu dilakukan suatu proses untuk menghilangkan komponen yang tidak dikehendaki. Namun, proses tersebut mungkin tidak menghilangkan semua zat yang tidak diinginkan, karena jumlah zat ikutan dalam gas kadang-kadang terlalu kecil.

Nilai gas bumi ditentukan oleh kandungan energi, yang terutama tergantung pada kemurnian dari gas dan jumlah atom karbon per satuan volume. Sebagai contoh, gas bumi dengan nilai kalori yang tinggi adalah gas dari lapangan terbesar di Aljazair yaitu Hassi-R'Mel (sekitar 42 000 kJ/m³), sedangkan gas dari lapangan Groningen di Belanda lebih rendah nilai kalorinya (sekitar 35 000 kJ/m³).

Ketika gas bumi didinginkan pada suhu di bawah -160°C pada tekanan atmosfer, gas menjadi cair yang disebut gas alam cair (LNG). Keuntungan LNG terbesar dibandingkan dengan gas bumi adalah volumenya 600 kali lebih kecil dari gas. Selain itu, LNG hanya seberat 45% dari air pada volume yang sama. Keuntungan dari sifat volume dan berat LNG membuat LNG layak untuk disimpan dan diangkut dari daerah produksi ke konsumen.

Gas bumi dianggap sebagai bahan bakar bersih, karena metana murni sangat mudah terbakar, dan pembakarannya hampir sempurna, serta mengeluarkan polusi udara sangat sedikit. Selain itu bebas sulfur, sehingga tidak ada sulfur dioksida (SO₂) yang dihasilkan. Sementara emisi nitrogen oksida (NO_x) dan CO₂, lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya.

4 **Bíofuel**

Kayu bakar

Kayu bakar biasanya merujuk kepada "roundwood (kayu utuh)" yang dipotong menjadi batang kayu dan mungkin dibelah sebelum digunakan. Kayu bakar dalam bentuk lainnya dibahas secara terpisah di bawah ini dan mencakup lempengan kayu, serbuk gergaji kayu dan butiran kayu.

Semua kayu memiliki sekitar 50% karbon, 44% oksigen dan 6% hidrogen bila diukur pada kondisi bebas abu dan bebas kelembapan. Biasanya ada sekitar satu persen abu dalam kayu dan ini tidak jauh berbeda antara spesies satu dengan lainnya. Karena kandungan karbon dan hidrogen pada kayu yang menentukan nilai panas intrinsiknya, maka satu kilogram dari setiap jenis kayu tanpa kandungan air akan mengandung kurang lebih jumlah panas yang sama.

Nilai panas atau nilai kalor dari kayu dinyatakan dalam tiga cara umum:

- a) Per kilogram kayu.
- b) Per meter kubik padat.
- c) Per meter kubik tumpukan (*stere*).

Cara a) adalah yang lebih mendasar karena yang b) dan c) terkait dengan a) melalui kepadatan kayu dan kepadatan kemasan.

Kelembapan satu kilogram kayu mempunyai dua efek pada nilai panas. Pertama, adalah pengurangan sumber panas kayu karena peningkatan kelembapan

dengan tetap menjaga massa kayu konstan pada satu kilogram, akan mengurangi jumlah serat kayu yang tersedia. Kedua, air dalam kayu akan menyerap dan membuang panas dari api, sehingga mengurangi jumlah panas untuk berbagai kebutuhan. Dengan demikian, nilai panas (kalor) akan banyak dipengaruhi oleh kandungan kelembapan. Kayu hijau yang baru saja dipotong memiliki nilai panas sekitar 8,2 MJ/kg sedangkan kayu kering udara (kelembapan 10% sampai 20%) memiliki nilai panas sekitar 16 MJ/kg. Kayu yang benar-benar kering (kering-oven) memiliki nilai panas sekitar 18 MJ/kg.

Ada dua cara untuk menyatakan kelembapan kayu dan keduanya biasanya dinyatakan dalam persentase:

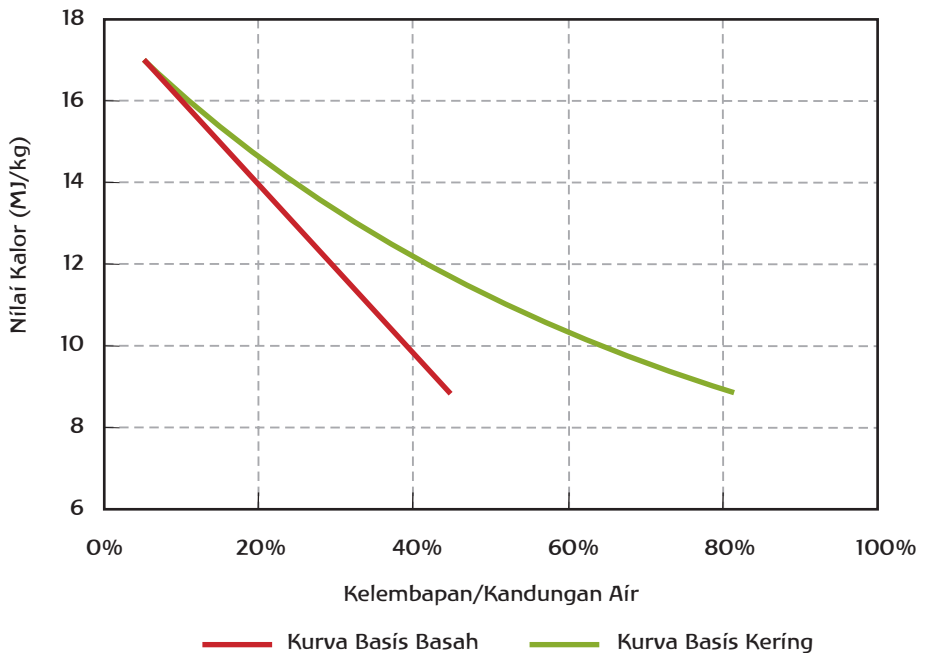
- Kelembapan, berbasis kering = $\frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}}$
- Kelembapan, berbasis basah = $\frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat basah}}$

Gambar L2.1 memberikan gambaran nilai kalori untuk berbagai kandungan kelembapan dinyatakan pada kedua dasar di atas.

Jika kelembapan di atas sekitar 15%, perbedaan antara kedua dasar pengukuran menjadi signifikan. Oleh karena itu untuk menentukan nilai kalor pada kayu, perlu diketahui baik kelembapan maupun basis pengukurannya (basis kering / basis basah)

Ketika nilai panas dihitung per meter kubik padat atau tumpukan (*stere*), kepadatan kayu harus diketahui demikian pula dengan kelembapannya.

Gambar L2.1 • Nilai Kalor Kayu Bakar



Bahan bakar kayu bentuk lain serta limbah kayu

Bahan bakar serpih kayu (*wood chips*) dan butiran kayu (*wood pellet*) menjadi semakin banyak digunakan dalam instalasi *boiler* besar karena memberikan kondisi pembakaran yang seragam dan lebih mudah dikontrol. Mesin penyerpih kayu dapat juga digunakan dalam mempersiapkan kayu untuk gasifikasi dan distribusi bahan bakar gasnya. Bahan bakar berupa butiran kayu (*pelet*) diproduksi dari serbuk gergaji dengan penambahan bahan pengikat lignin. Bahan ini memiliki kelembapan rendah pada saat di produksi ($\approx 10\%$). Kelembapan dan nilai panas untuk serpih dan butiran kayu biasanya ditentukan oleh pemasok.

Limbah kayu dapat diperoleh di berbagai kondisi industri dan komersial, namun jarang diperdagangkan tetapi digunakan langsung di lokasi. Perusahaan tersebut mungkin dapat melaporkan angka atau perkiraan jumlah limbah kayu yang digunakan atau panas yang diperoleh dari pembakaran limbah kayu. Kasus spesifik dari limbah kayu adalah produksi dan penggunaan cairan hitam (*black liquor*).

Limbah dari residu tanaman juga merupakan sumber penting dari bahan bakar dan dapat digunakan pada fasilitas yang dirancang khusus untuk pemakaiannya, seperti *boiler* berbahan bakar jerami.

Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) cair

Bahan bakar nabati (BBN) cair dijelaskan dalam Glosarium.

Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) gas

BBN dalam bentuk gas dijelaskan dalam Glosarium.

Lampiran 3

Satuan dan Kesetaraan Konversi



1 Pendahuluan

Satuan yang paling umum digunakan untuk menyatakan jumlah bahan bakar dan energi adalah yang berkaitan dengan volume, massa dan energi. satuan yang dipilih nantinya bervariasi menurut negara dan kondisi lokal serta merupakan refleksi kebiasaan yang berlaku di masa lalu yang terkadang disesuaikan terhadap perubahan kondisi pasokan bahan bakarnya.

Lampiran ini akan menjelaskan terlebih dahulu satuan yang digunakan dan kaitannya satu sama lain. Kemudian akan ditampilkan kisaran referensi nilai kalor berbagai bahan bakar yang umum digunakan.

2 Satuan dan Keterkaitan Satu Sama Lain

Satuan yang sudah dikenal secara internasional yang berlaku hampir pada seluruh pengukuran kuantitas bahan bakar dan energi adalah meter kubik (m^3), ton (metrik ton) dan joule. Satuan-satuan tersebut diturunkan dari meter, kilogram dan detik yang tercakup dalam Sistem Satuan Internasional (*Système International d'Unités-SI*) dan digunakan sebagai dasar internasional dalam ilmu pengetahuan, teknologi dan komersial. Satuan-satuan tersebut adalah satuan SI. Namun, selama bertahun-tahun digunakan juga satuan-satuan lain dan bagian-bagian di bawah ini akan menunjukkan saling keterkaitannya dimana satuan tersebut didefinisikan secara jelas.

3 Awalan Sistem Desimal

Tabel berikut menunjukkan awalan (*prefix*) kelipatan dan pecahan/bagian (*multiple* dan *sub-multiple*) dari satuan yang umum dipakai untuk statistik energi. Perhatikan bahwa awalan tersebut harus dipakai tepat seperti yang tertulis. Terutama awalan untuk huruf kecil jangan ditulis dengan huruf besar. Misalnya, angka dalam x kilowatt, harus tertulis sebagai x kW bukan x KW.

Tabel L3.1 • Awalan Satuan Umum (Multiple dan Sub-multiple)

Multiple		Sub-multiple	
10^1	deca (da)	10^{-1}	deci (d)
10^2	hecto (h)	10^{-2}	centi (c)
10^3	kilo (k)	10^{-3}	milli (m)
10^6	mega (M)	10^{-6}	micro (μ)
10^9	giga (G)	10^{-9}	nano (n)
10^{12}	tera (T)	10^{-12}	pico (p)
10^{15}	peta (P)	10^{-15}	femto (f)
10^{18}	exa (E)	10^{-18}	atto (a)

4 Kesetaraan Konversi

*Mohon diperhatikan bahwa suatu konverter satuan elektrik untuk Volume, Massa dan Energi tersedia pada website IEA di www.iea.org. Bila masuk website, klik **Statistics** kemudian klik **Unit Converter** dan ikutilah instruksi-instruksi selanjutnya..*

Satuan volume

Satuan panjang mendasari satuan volume (meter, centimeter, dll.).

Satuan galon dan liter awalnya merupakan standar ukuran cairan, tetapi dewasa ini secara formal telah dinyatakan dalam istilah meter kubik.

Satuan *stere* (tumpukan) dan *cord* (ikat) secara eksklusif dipakai untuk pengukuran kayubakar yang masing-masing mewakili 1 meter kubik dan 128 kaki kubik tumpukan kayubakar. Volume yang sebenarnya dari kayu padat dari setiap satuan tersebut tidak terdefinisi dengan baik, oleh karena densitas (kerapatan) penumpukan dan bentuk potongan kayu sangat bervariasi.

Tabel L3.2 • Kesetaraan Konversi Berbagai Satuan Volume

Dari	Ke: gal U.S. <i>Kalikan dengan:</i>	gal U.K.	bbl	ft³	l	m³
Galon USA (gal)	1	0,8327	0,02381	0,1337	3,785	0,0038
Galon UK (gal)	1,201	1	0,02859	0,1605	4,546	0,0045
Barel (bbl)	42,0	34,97	1	5,615	159,0	0,159
Kaki kubik (ft³)	7,48	6,229	0,1781	1	28,3	0,0283
Liter (l)	0,2642	0,220	0,0063	0,0353	1	0,001
Meter Kubik (m³)	264,2	220,0	6,289	35,3147	1 000,0	1

Satuan Massa

Satuan SI untuk massa adalah kilogram (kg); *tonne* (metrik ton), yang setara dengan 1000 kilogram, sering digunakan sebagai satuan terkecil dalam statistik energi. Untuk sebagian besar negara, neraca komoditas nasionalnya akan menggunakan *kilotonne* (1000 ton) sebagai satuan komoditas-komoditas yang dinyatakan dalam bentuk massa.

Tabel L3.3 • Kesetaraan Konversi Berbagai Satuan Massa

	Ke:	kg	t	lt	st	lb
Dari:		Kalikan dengan:				
Kilogram (kg)		1	0,001	$9,84 \times 10^{-4}$	$1,102 \times 10^{-3}$	2,2046
Ton (t)		1000	1	0,984	1,1023	2204,6
Long ton (lt)		1016	1,016	1	1,120	2240,0
Short ton (st)		907,2	0,9072	0,893	1	2000,0
Pound (lb)		0,454	$4,54 \times 10^{-4}$	$4,46 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	1

Satuan energi

Satuan SI untuk energi adalah joule (J). Banyak satuan energi lain yang digunakan untuk mengekspresikan secara praktis kuantitas energi karena alasan-alasan historis tertentu maupun karena nilainya dalam joule kecil sekali sehingga membutuhkan pemakaian awalan (*prefix*) desimal yang tidak dikenal (untuk non-ilmuwan). Sebagai akibatnya, organisasi-organisasi internasional menggunakan satuan energi dalam ukuran yang tepat untuk mengekspresikan pasokan-pasokan bahan bakar negara serta yang terkait dengan komoditas yang dipakai. Menurut sejarahnya, satuan ton setara batubara (*tce*) sering digunakan. Namun dengan munculnya era minyak, penggunaan satuan tersebut telah banyak digantikan dengan ton setara minyak (*toe*) yang didefinisikan sebagai 41,868 gigajoule. Kebanyakan negara menggunakan satuan tersebut dalam neraca energi nasionalnya, tetapi pemakaian terajoule semakin meningkat sejalan dengan rekomendasi dari Organisasi Standar Internasional (*International Standard Organization-ISO*).

Ada beberapa definisi kalori yang diterapkan. Kesetaraan konversi antara kalori dan joule yang ditampilkan di bawah ini adalah besaran dalam Tabel Uap Internasional (*International Steam Table-IT*), dimana 1 kalori adalah 4,1868 joule. Demikian juga, nilai yang diakui secara internasional untuk satuan panas Inggris (*British thermal unit-Btu*) sekarang adalah 1055,06 joules. Satuan Btu merupakan dasar untuk quad (10^{15} Btu) dan therm (10^5 Btu).

Tabel L3.4 • Kesetaraan Konversi Satuan Energi

	Ke:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
Dari:		Kalikan dengan:				
Terajoule (TJ)		1	238,8	$2,388 \times 10^{-5}$	947,8	0,2778
Gigakalori (Gcal)		$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^7	3,968	$1,163 \times 10^{-3}$
Mtoe*		$4,1868 \times 10^{-4}$	10^7	1	$3,968 \times 10^7$	11630
Juta Btu (MBtu)		$1,0551 \times 10^{-3}$	0,252	$2,52 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Gigawatt-jam (GWh)		3,6	860	$8,6 \times 10^{-5}$	3412	1

*juta ton setara minyak (*toe*).

5 Nilai Kalor Umum

Batubara

Tabel L3.5 • Kisaran Nilai Kalor menurut Jenis Batubara Tua (Hard Coal)

Hard coals	GCV (sebagaimana terpakai) MJ/kg	NCV (sebagaimana terpakai) MJ/kg	Kandungan Karbon (sebagaimana terpakai) kg/t	Kadar Air (sebagaimana terpakai) %	Kandungan Karbon (dmmf)* kg/t
Antrasit	29,65 - 30,35	28,95 - 30,35	778 - 782	10 - 12	920 - 980
Batubara kokas	27,80 - 30,80	26,60 - 29,80	674 - 771	7 - 9	845 - 920
Batubara Bituminus Lain	23,85 - 26,75	22,60 - 25,50	590 - 657	13 - 18	810 - 845

Kokas

Tabel L3.6 • Nilai Kalor menurut Jenis Kokas

Coke type	GCV (sebagaimana terpakai) MJ/kg	NCV (sebagaimana terpakai) MJ/kg	Kandungan Karbon (sebagaimana terpakai) kg/t	Kadar Air (sebagaimana terpakai) %	Kandungan Karbon (dmmf)* kg/t
Kokas Metalurgi	27,90	27,45	820	8 - 12	965 - 970
Kokas Gas (Gas coke)	28,35	27,91	853	1 - 2	856
Kokas Suhu Rendah	26,30	25,40	710	15	900
Kokas-petroleum (green)	30,5 - 35,8	30,0 - 35,3	875	1 - 2	890

*dmmf: dry, mineral matter-free (kering, bebas kandungan mineral).

Gas-Gas Turunan Batubara

Tabel L3.7 • Nilai Kalor Umum Gas Turunan Batubara

Jenis Gas	GCV (sebagaimana terpakai) MJ/m ³	NCV (sebagaimana terpakai) MJ/m ³	NCV (sebagaimana terpakai) MJ/kg	Kandungan Karbon (sebagaimana terpakai) kg/t
Gas coke-oven	19,01	16,90	37,54	464
Gas blast-furnace	2,89	2,89	2,24	179

Produk-Produk Kilang Minyak

Tabel L3.8 • Nilai Kalor Umum Beberapa Produk Kilang Minyak

Product	Densitas (kg/m ³)	Liter per Ton	Nilai Kalor Bruto (GJ/t)	Nilai Kalor Neto (GJ/t) ⁽¹⁾
Etana	366,3	2730	51,90	47,51
Propana	507,6	1970	50,32	46,33
Butana	572,7	1746	49,51	45,72
LPG ⁽²⁾	522,2	1915	50,08	46,15
Naphtha	690,6	1448	47,73	45,34
Bensin Aviasi (Avgas)	716,8	1395	47,40	45,03
Bensin Kendaraan (Mogas) ⁽³⁾	740,7	1350	47,10	44,75
Bahan Bakar Turbin Aviasi (Avtur)	802,6	1246	46,23	43,92
Kerosene Lain (Minyak Tanah)	802,6	1246	46,23	43,92
Minyak solar/Disel (ADO/IDO)	843,9	1185	45,66	43,38
Minyak Bakar (FO), Sulfur-rendah	925,1	1081	44,40	42,18
Minyak Bakar (FO), Sulfur-tinggi	963,4	1038	43,76	41,57

(1) Untuk nafta dan minyak berat lain, nilai kalor neto diasumsikan 95% dari nilai brutonya.

(2) Diasumsikan sebagai campuran 70% propana dan 30 % butana atas dasar massanya.

(3) Angka rata-rata untuk bensin dengan angka RON antara 91 dan 95.

Gas Bumi

Nilai Kalor gas metana adalah 55,52 MJ/kg (bruto) (37,652 MJ/m³) and 50,03 MJ/kg (neto) (33,939 MJ/m³). Namun, gas bumi sebagaimana dipasok selain mengandung gas metana juga mengandung gas-gas lain (biasanya etana dan propana). Karena kandungan gas-gas yang lebih berat menaikkan nilai kalor per meter kubiknya, maka nilai kalor bruto gas bumi dapat sangat bervariasi antara 37,5 dan 40,5 MJ/m³.

Tabel L3.9 • Faktor Konversi dari Satuan Massa atau Volume Ke Satuan Panas (Nilai Kalor Bruto)

Ke:	LNG**		GAS							
			Norwegia		Belanda		Rusia		Algeria	
	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu	MJ	Btu
Dari:	Kalikan dengan:									
Meter kubik*	40,00	37660	40,00	37913	33,32	31581	38,23	36235	39,19	37145
Kilogram	54,25	51417	52,22	49495	42,07	39875	55,25	52363	52,46	49726

* pada 15°C

** dalam keadaan bentuk gas.

Tabel L3.10 • Kesetaraan Konversi antara Meter Kubik Standar (Scm) dan Meter Kubik Normal (Ncm)

Dari:	Ke:	Standar cm	Normal cm
	Kalikan dengan:		
Standar cm*		1	0,948
Normal cm**		1,055	1

*1 Scm diukur pada 15°C dan 760mm Hg.

**1 Ncm diukur pada 0°C dan 760 mm Hg.

Tabel L3.11 • Kesetaraan Konversi antara Satuan LNG dan Gas Bumi

Dari:	Ke:	Metric Ton LNG	cm LNG	Standar cm*
	Kalikan dengan:			
Metrik Ton LNG		1	0,948	1360
Meter Kubik (cm) LNG		0,45	1	615
Standar cm*		$7,35 \cdot 10^{-4}$	$1,626 \cdot 10^{-3}$	1

*1 Scm = 40 MJ.

Tabel L3.12 • Nilai Kalor Bruto Dibandingkan dengan Nilai Kalor Neto Gas Bumi

$$1 \text{ NCV}^* = 0,9 \text{ GCV}^{**}$$

*NCV = Nilai Kalor Neto.

**GCV = Nilai Kalor Bruto.

Glosarium (Daftar Kata)



1 Definisi bahan bakar

Additives/oxygenates (Bahan aditif /oxygenates): Merupakan senyawa non-hidrokarbon yang ditambahkan atau dicampurkan dengan produk bahan bakar untuk memodifikasi sifat-sifat dari produk bahan bakar tersebut (oktan, cetane, sifat-sifat dingin, dll):

- Oxygenates, seperti alkohol (metanol, etanol), eter seperti MTBE (*methyl tertiary butyl ether*), ETBE (*ethyl tertiary butyl ether*), TAME (*tertiary amyl methyl ether*).
- Ester (misalnya *rapeseed*/biji lobak atau *dimethylester*, dll).
- Senyawa-senyawa kimia (seperti *tetramethyl lead*, *tetraethyl lead* dan deterjen).

Catatan: kuantitas etanol yang dilaporkan dalam kategori ini harus berhubungan dengan kuantitas yang telah dipersiapkan untuk penggunaan bahan bakar.

Anthracite (Antrasit): Lihat penjelasan batubara tua (*Hard coal*).

Aviation gasoline (Bensin penerbangan): Bahan bakar yang terutama digunakan untuk mesin torak (*piston engine*) penerbangan, dengan angka oktan sesuai dengan mesinnya, titik beku -60°C dan kisaran distilasi antara 30°C dan 180°C .

Biofuels (Bahan Bakar Nabati): BBN meliputi bioetanol, biodiesel, biometanol, *biodimethylether*, *bio-oil*. BBN cair terutama adalah biodiesel dan bioetanol/ETBE, digunakan sebagai bahan bakar transportasi. BBN cair ini dapat diproduksi dari minyak nabati baru atau bekas dan dapat dicampur dengan atau menggantikan bahan bakar berbasis minyak bumi. Bahan baku tanaman meliputi kedelai, bunga matahari dan *rapeseed*. Dalam beberapa keadaan, minyak nabati bekas dapat digunakan juga sebagai bahan baku untuk prosesnya.

Biogas: Suatu gas yang pada prinsipnya terdiri dari metana dan karbon dioksida yang dihasilkan dari penguraian anaerobik biomassa, meliputi:

- Gas *landfill*, yang dibentuk oleh penguraian limbah *landfill*.
- Gas lumpur kotoran, yang dihasilkan dari hasil fermentasi anaerobik lumpur kotoran.
- Biogas lainnya, seperti biogas yang dihasilkan dari fermentasi anaerobik kotoran binatang dan limbah tempat pemotongan hewan, pembuatan bir dan industri makanan agro.

Bitumen: Suatu senyawa hidrokarbon yang padat, semi padat atau kental (*viscous*) dengan struktur koloid, berwarna coklat kehitaman, diperoleh sebagai residu proses distilasi minyak mentah, yaitu dari distilasi vakum residu minyak dari distilasi pada tekanan atmosfer. Bitumen sering disebut sebagai aspal dan digunakan terutama

untuk pembangunan jalan dan bahan untuk atap. Kategori ini meliputi *fluidised bitumen* dan *cut back bitumen*.

BKB (Braunkohlenbriketts) / Briket Batubara Muda (termasuk briket gambut): Sebuah komposisi bahan bakar yang diproduksi dari batubara muda/lignit. Batubara muda/lignit dihancurkan, dikeringkan dan dicetak di bawah tekanan tinggi menjadi bentuk seragam tanpa penambahan pengikat. Produksi debu lignit Jerman termasuk dalam kategori ini.

Black liquor (Cairan Hitam): Merupakan produk sampingan yang didaur ulang yang terbentuk pada saat kayu diolah menjadi bubur dalam industri pembuatan kertas. Dalam proses pembuburan kayu, lignin dalam kayu dipisah dari selulosa dan selulosanya kemudian membentuk serat kertas. Cairan Hitam ini merupakan kombinasi dari sisa lignin dengan air dan bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi lignin dan dibakar dalam boiler. Boiler tersebut akan memproduksi uap dan listrik dan memperoleh kembali bahan kimia anorganiknya untuk di daur ulang sepanjang proses.

Blast-furnace gas (Gas tanur tinggi): Merupakan produk sampingan dalam pengoperasian *blast furnace*. Diperoleh pada saat keluar dari tanur dimana sebagian digunakan dalam fasilitas produksi, sebagian lainnya digunakan dalam berbagai proses pada industri baja atau dalam pembangkit listrik yang dilengkapi alat pembakarannya. Jumlah bahan bakar harus dilaporkan dalam nilai kalor bruto.

Brown coal (Batubara coklat): Lihat lignit.

Charcoal (Arang): Lihat biomassa padat.

Coke-oven coke (Kokas dapur kokas): Produk padat yang dihasilkan dari proses karbonisasi batubara, terutama batubara kokas, pada suhu tinggi; dengan kelembapan dan zat terbang yang rendah. Kokas dapur kokas digunakan terutama di industri besi dan baja dan berperan sebagai sumber energi maupun bahan kimia. *Coke breeze* dan kokas pengecoran termasuk dalam kategori ini. Semi-kokas, produk padat yang diperoleh dari karbonisasi batubara pada suhu rendah, harus termasuk dalam kategori ini. Semi-kokas digunakan sebagai bahan bakar domestik (sektor final) atau dalam fasilitas transformasinya sendiri. Kelompok ini mencakup juga kokas, *coke breeze* dan semi-kokas yang berasal dari batubara muda/lignit.

Coke-oven gas (Gas dapur kokas): Dihasilkan sebagai produk sampingan karbonisasi dan gasifikasi bahan bakar padat yang dilakukan oleh produsen kokas dan pabrik besi dan baja yang tidak terhubung dengan kilang gas dan pabrik penghasil gas kota. Jumlah bahan bakar harus dilaporkan sebagai nilai kalor bruto.

Coking coal (Batubara kokas): Lihat batubara keras.

Compressed natural gas / CNG (Gas Bumi Terkompresi): CNG adalah gas bumi yang digunakan pada kendaraan khusus CNG, di mana gasnya disimpan dalam silinder bahan bakar bertekanan tinggi. Penggunaan CNG dipilih karena sifat pembakarannya yang bersih, sehingga mengeluarkan gas buangan dan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dari bensin atau minyak solar. CNG paling banyak digunakan pada kendaraan penumpang dan truk pick-up ringan (*light-duty*), truk angkutan sedang (*medium-duty*) serta bis transit dan bis sekolah.

Crude oil (Minyak mentah): Minyak mentah adalah minyak mineral yang berasal dari alam yang terdiri dari campuran hidrokarbon dan zat pengotor (*impurities*) terkait, seperti sulphur. Material ini berada dalam fase cair pada suhu dan tekanan permukaan normal dan karakter fisiknya (berat jenis, viskositas/kekentalan, dll) sangat bervariasi. Kategori ini meliputi kondensat lapangan atau kondensat yang diperoleh dari gas asosiasi maupun non-asosiasi yang bercampur dengan aliran minyak mentah komersial.

Diesel oil (Minyak diesel): Lihat minyak diesel/solar.

Ethane (Etana): Hidrokarbon berantai induk (C_2H_6) yang secara alami berbentuk gas yang diekstraksi dari gas bumi dan gas hasil kilang (*refinery gas*).

Fuel oil (Minyak Bakar): Kategori ini mencakup seluruh residu (berat) bahan bakar minyak (termasuk yang diperoleh dari hasil pencampuran). Viskositas kinematisnya di atas 10 cSt pada suhu 80°C. Titik nyala (*flash point*) selalu di atas 50°C dengan kepadatan selalu lebih tinggi dari 0,90 kg/l.

- Kandungan sulphur rendah: bahan bakar minyak berat dengan kandungan sulphur lebih rendah dari 1%.
- Kandungan sulphur tinggi: bahan bakar minyak berat dengan kandungan sulphur yang sama dengan atau lebih tinggi dari 1%.

Gas coke (Kokas gas): Sebuah produk sampingan batubara keras yang dipakai dalam memproduksi gas kota di kilang gas. Kokas gas digunakan untuk keperluan pemanasan.

Gas-works gas (Gas kilang gas): Meliputi semua jenis gas termasuk gas bumi substitusi yang diproduksi pada fasilitas publik atau swasta, yang fungsinya adalah memproduksi, transportasi dan distribusi gas. Terdiri dari gas yang dihasilkan dengan proses karbonisasi (termasuk gas yang dihasilkan oleh dapur kokas dan ditransfer ke gas kilang gas) dan dilaporkan di bawah baris Produksi; dengan total gasifikasi dengan atau tanpa diperkaya dengan produk kilang minyak (LPG, sisa bahan bakar minyak, dll); dengan perekahan gas bumi, dan dengan *reforming* dan pencampuran sederhana gas dan/atau udara, dilaporkan dalam baris Dari Sumber lain.

Gas/diesel oil (distillate fuel oil) - Minyak diesel /solar (bahan bakar minyak distilat): Minyak diesel/solar (*gas/diesel oil*) terutama adalah distilat menengah (*medium distillate*) yang mengalami proses distilasi pada suhu antara 180°C dan 380°C. Terdapat beberapa tingkatan tergantung pada penggunaan:

- Diesel transportasi (solar): minyak diesel jalanan (ADO) yang dipakai untuk pengapian diesel dengan kompresi (mobil, truk, dll), biasanya memiliki kandungan sulphur yang rendah.
- Minyak pemanas dan minyak diesel (*gas oil*) lainnya:
 - Minyak pemanas ringan untuk penggunaan industri dan komersial.
 - Diesel kapal laut dan diesel lokomotif.
 - Minyak diesel lain termasuk minyak diesel berat yang terdistilasi antara 380°C dan 540°C dan yang digunakan sebagai bahan baku petrokimia.

Gasoline (Bensin): Lihat bensin kendaraan atau bahan bakar jet jenis bensin.

Gasoline type jet fuel (naphtha type jet fuel or JP4) - Bahan bakar jet jenis bensin (bahan bakar jet jenis nafta atau JP4): Ini termasuk semua minyak hidrokarbon ringan yang digunakan untuk penggerak turbin penerbangan, terdistilasi pada suhu antara 100°C dan 250°C. Diperoleh dengan mencampur minyak tanah dan bensin atau nafta yang dicampur sedemikian rupa sehingga kandungan aromatikanya tidak melebihi 25% menurut volume dan tekanan gas antara 13.7kPa dan 20.6kPa.

Geothermal energy (Energi panas bumi): Energi yang tersedia dari emisi panas dari dalam kerak bumi, yang biasanya dalam bentuk air panas atau uap. Dieksploitasi pada lokasi yang sesuai:

- Untuk pembangkitan listrik dengan menggunakan uap kering atau uap air garam (*brine*) entalpi tinggi setelah *flashing*.
- Digunakan langsung untuk pemanasan distrik, pertanian, dll.

Hard coal (Batubara tua): Merujuk pada batubara yang nilai kalor brutonya lebih besar dari 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) pada basis bebas abu namun lembab dan dengan nilai acak rata-rata *reflectance* (pantulan) dari *vitrinite* sedikitnya 0,6. Batubara tua mencakup:

(i) **Batubara kokas:** Batubara dengan kualitas yang memungkinkan produksi kokas yang sesuai untuk pengisian tanur tinggi. Berikut ini merupakan kode klasifikasi batubara yang termasuk pada kategori ini:

- Kode Klasifikasi Internasional nomor 323, 333, 334, 423, 433, 434, 435, 523, 533 (PBB, Jenewa, 1956) 534, 535, 623, 633, 634, 635, 723, 733, 823.
- Klasifikasi Amerika Kelas II Kelompok 2 "Medium Volatile Bituminous (Bituminus Sedang yang mengandung zat terbang/asiri)".
- Klasifikasi Inggris Kelas 202, 203, 204, 301, 302, 400,500,600.
- Klasifikasi Polandia Kelas 33, 34, 35,1, 35,2, 36, 37.
- Klasifikasi Australia Kelas 4A, 4B, 5.

(ii) **Batubara bituminous lain dan antrasit (batubara uap):** Batubara uap adalah batubara yang digunakan untuk tujuan produksi uap dan pemanasan ruang dan mencakup semua batubara antrasit dan batubara bituminous yang tidak termasuk pada kategori batubara kokas.

Hydropower (Tenaga Air): Energi potensial dan kinetik air yang diubah menjadi listrik pada pembangkit listrik tenaga air. *Pumped storage* termasuk dalam kategori ini. Detail ukuran pembangkit harus dilaporkan terpisah dari *pumped storage*.

Kerosene type jet fuel (Bahan bakar jet jenis minyak tanah): Merupakan distilat yang digunakan untuk penggerak turbin penerbangan. Bahan bakar ini memiliki karakteristik distilasi antara 150°C dan 300°C (biasanya tidak lebih dari 250°C) dan titik nyala yang sama dengan kerosene (minyak tanah). Disamping itu, bahan bakar ini juga memiliki spesifikasi tertentu (seperti titik beku) yang ditetapkan oleh Asosiasi Transportasi Udara Internasional (IATA). Kategori ini mencakup komponen pencampuran minyak tanah.

Leaded motor gasoline (bensin motor bertimbal): Lihat bensin kendaraan.

Lignite/brown coal (Batubara Muda / Coklat): Jenis batubara non-aglomerasi dengan nilai kalor bruto kurang dari 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg) dan zat terbang (*volatile matter*) yang lebih besar dari 31% bahan atas basis bebas bahan mineral kering (*dry mineral-matter free*). Serpih minyak (*oil shale*) dan pasir tar yang diproduksikan dan dibakar langsung harus dilaporkan dalam kategori ini. Serpih minyak dan pasir tar yang digunakan sebagai *input* proses transformasi lainnya juga harus dilaporkan dalam kategori ini. Ini termasuk bagian dari serpih minyak atau pasir tar yang dikonsumsi dalam proses transformasi.

Liquefied natural gas / LNG (Gas bumi cair): Gas bumi yang didinginkan pada suhu sekitar -160°C di bawah tekanan atmosfer, terkondensasi ke bentuk cair yang disebut LNG. LNG ini tidak berbau, tidak berwarna, tidak korosif dan tidak beracun.

Liquefied petroleum gases / LPG (Gas Minyak Cair): LPG adalah hidrokarbon parafin ringan yang berasal dari proses pengilangan, fasilitas stabilisasi minyak mentah dan fasilitas pengolahan gas bumi. Gas ini terutama terdiri dari propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) atau kombinasi keduanya. Komposisi mereka juga dapat mengandung propilena, butilena, isobutana, dan isobutilena. LPG biasanya dicairkan di bawah tekanan tertentu untuk kebutuhan transportasi dan penyimpanan (*storage*).

Lubricants (Pelumas): Minyak pelumas adalah hidrokarbon yang dihasilkan dari produk-produk samping *distillate*, minyak ini dipakai terutama untuk mengurangi gesekan antara permukaan mesin. Kategori ini mencakup semua produk akhir pelumas dari semua tingkatan, dari tingkat pelumas poros sampai pelumas silinder, dan yang digunakan dalam gemuk (*greases*), termasuk minyak motor dan semua tingkatan bahan-bahan berbasis minyak pelumas.

Motor gasoline (Bensin Kendaraan): Bensin terdiri dari campuran hidrokarbon ringan yang distilasinya pada suhu antara 35°C sampai 215°C . Digunakan sebagai bahan bakar mesin berbusi pada alat transportasi darat (*land-based spark ignition engines*). Bensin kendaraan dapat mencakup juga aditif, oxygenate dan penambah oktan, termasuk senyawa timbal seperti TEL (*Tetraethyl lead*) dan TML (*tetramethyl lead*). Bensin kendaraan dapat dibagi menjadi dua kelompok:

- **Bensin bebas timbal (unleaded):** adalah bensin kendaraan dimana senyawa timbal belum dicampurkan untuk meningkatkan nilai oktan. Dapat mengandung sedikit timbal organik.
- **Bensin bertimbal (leaded):** bensin kendaraan dengan TEL (*tetraethyl lead*) dan/atau TML (*tetramethyl lead*) yang dicampurkan untuk meningkatkan nilai oktan. Kategori ini berisi komponen pencampur bensin kendaraan (tidak termasuk aditif/oxygenate), misalnya *alkylates*, *isomate*, *reformate*, *cracked gasoline* yang ditujukan sebagai produk akhir bensin kendaraan.

Naphtha (Nafta): Nafta adalah bahan baku yang dipakai baik untuk industri petrokimia (misalnya produksi etilena) atau produksi aromatik. Nafta merupakan bahan hasil distilasi pada rentang suhu 30°C dan 210°C . Nafta yang diimpor untuk pencampuran dilaporkan sebagai impor nafta, yang kemudian ditampilkan pada baris Pertukaran Produk Dalam Negeri (*Interproduct Transfer row*), sebagai masukan negatif untuk nafta, dan masukan positif untuk produk akhir terkait.

Natural gas (Gas Bumi): Terdiri dari beberapa gas yang terbentuk pada deposit bawah permukaan tanah, baik itu dalam bentuk cairan atau dalam bentuk gas, dan terutama terdiri dari metana. Ini mencakup baik gas "non-asosiasi" yang berasal dari ladang produksi hidrokarbon yang hanya dalam bentuk gas, maupun gas "asosiasi" yang dihasilkan bersamaan dengan produksi minyak mentah serta metana yang diperoleh dari tambang batubara (gas batubara).

Natural gas liquids / NGL (Cairan gas bumi): Cairan gas bumi adalah hidrokarbon cair atau hidrokarbon yang dicairkan yang diperoleh dari gas bumi pada fasilitas-fasilitas pemisahan (separasi) gas bumi atau pengolahan gas. Cairan gas bumi ini terdiri dari etana, propana, butana (normal dan iso-), (iso) pentana dan pentana plus (kadang-kadang disebut sebagai bensin murni atau kondensat pabrik).

Gas buminya dapat diperoleh bersamaan dengan ekstraksi minyak mentah (gas asosiasi) atau dari ladang minyak tanpa gas. NGL ini dapat dipisahkan dari aliran gas bumi di dekat kepala sumur atau diangkut dulu ke fasilitas pengolahan gas. Bilamana pengolahan gas dan produksi minyak mentah keduanya beroperasi, maka biasanya beberapa fraksi kondensat NGL diinjeksikan ke aliran minyak mentah.

Oil shale (Serpih minyak): Lihat Batubara Muda/Batubara Coklat.

Orimulsion: Emulsi minyak yang terbuat dari air dan aspal (bitumen) alami.

Other bituminous coal and anthracite (Batubara bituminus lain dan antrasit): Lihat batubara tua (*hard coal*).

Other hydrocarbons (Hidrokarbon lain): Kategori ini meliputi minyak mentah sintetik dari pasir tar, minyak serpih dan lain-lain; cairan dari proses pencairan batubara, *output* cairan dari konversi gas bumi menjadi bensin; gas hidrogen; dan emulsi minyak (misalnya *orimulsion*).

Other kerosene: Minyak tanah terdiri dari produk sulingan distilat minyak bumi dan digunakan pada sektor-sektor selain sektor transportasi udara. Disuling pada suhu antara 150°C dan 300°C.

Other petroleum products (Produk kilang minyak lainnya): Meliputi semua produk kilang yang tidak secara khusus disebutkan di atas, misalnya tar dan belerang. Dalam kategori ini juga termasuk aromatik (misalnya BTX atau bensol, toluena dan xylene) dan olefins (misalnya propylene) yang dihasilkan dalam kilang minyak.

Oxygen steel-furnace gas (Gas tanur baja oksigen basa): Dihasilkan sebagai produk sampingan dari produksi baja dalam tanur oksigen basa; diperoleh sebelum keluar dari tanur. Gas ini dikenal juga dengan nama gas konverter, BOS (*basic oxygen steel*/baja oksigen basa) atau gas LD. Kuantitasnya dilaporkan dalam nilai kalor bruto.

Paraffin waxes (Lilin Parafin): Ini adalah hidrokarbon alifatik jenuh. Lilin-lilin ini merupakan residu proses *dewaxing* (pembuangan lilin) minyak pelumas. Material ini memiliki struktur kristal yang kurang lebih halus sesuai dengan mutunya (*grade*). Karakteristik utama dari material ini adalah sebagai berikut: tidak berwarna, tidak beraroma dan tembus cahaya/bening, dengan titik cair di atas 45°C.

Patent fuel (Bahan Bakar Paten): Komposisi bahan bakar yang dibuat dari butiran halus batubara tua yang dibentuk dengan tambahan bahan pengikat. Perlu diperhatikan bahwa jumlah bahan bakar paten yang diproduksi dapat sedikit lebih tinggi dari jumlah batubara yang dikonsumsi dalam proses transformasinya karena adanya penambahan bahan pengikat tersebut.

Peat (Gambut): Merupakan deposit endapan fosil dari tanaman yang tertimbun di bawah permukaan tanah, yang bersifat mudah terbakar, lunak, berpori-pori atau terpadatkan (*compressed*), dengan kadar air tinggi (hingga 90% pada kondisi mentah/asli), mudah dipotong, mempunyai corak warna coklat muda ke coklat tua. Hanya gambut yang digunakan untuk keperluan energi yang harus dilaporkan pada statistik energi.

Peat briquettes (Briket gambut): lihat BKB.

Petroleum coke (Kokas Minyak): Kokas minyak adalah produk sampingan padat berwarna hitam, yang terutama diperoleh dari perekahan (*cracking*) dan karbonisasi bahan baku turunan minyak, bagian bawah vakum (*vacuum bottom*), tar dan bahan padatan sisa proses penyulingan (*pitch*) dalam berbagai proses seperti *delayed coking* dan *fluidized coking*. Material ini terutama terdiri dari karbon (90% hingga 95%) dengan kandungan abu yang rendah. Material ini digunakan sebagai bahan baku dalam dapur kokas untuk industri baja, untuk pemanasan, untuk manufaktur elektroda serta untuk produksi bahan-bahan kimia. Ada dua kualitas paling penting untuk diperhatikan, yaitu "kokas hijau (*green coke*)" dan "kokas terkalsinasi (*calcinated coke*)". Dalam kategori ini juga termasuk "kokas katalis (*catalyst coke*)" yang terendap pada katalisator selama proses penyulingan berlangsung; kokas ini tidak dapat diperoleh kembali dan biasanya dibakar sebagai bahan bakar kilang.

Refinery feedstocks (Bahan baku kilang): Bahan baku kilang adalah minyak yang telah mengalami proses dan ditujukan untuk diproses lebih lanjut (misalnya bahan bakar minyak langsung pakai (*straight run fuel oil*) atau minyak diesel vakum (*vacuum gas oil*), namun tidak termasuk pencampuran. Dengan pemrosesan lebih lanjut, bahan baku ini akan ditransformasikan menjadi satu atau lebih komponen dan/atau produk akhir. Definisi ini juga mencakup produk-produk kembalian (*returns*) dari industri petrokimia ke industri penyulingan (misalnya bensin pirolisa/ *pyrolysis gasoline*, fraksi-fraksi *C₄/C₄ fractions*, minyak diesel/gasoil dan fraksi-fraksi bahan bakar minyak/*fuel oil fractions*).

Refinery gas (Gas kilang) (tidak cair) : Gas kilang mencakup campuran gas-gas tak dapat terkondensasi yang terutama mengandung gas hidrogen, metana, etana dan olefin yang diperoleh dari proses distilasi minyak mentah atau proses pengolahan produk minyak (seperti perekahan/*cracking*) pada kilang-kilang. Dalam hal ini juga termasuk gas-gas yang dikembalikan dari industri petrokimia.

Solar energy (Energi surya): Radiasi surya yang dieksploitasi untuk memproduksi air panas dan pembangkit listrik, melalui:

- Kolektor panel datar (*flat plate*), terutama dari jenis *thermosyphon*, untuk air panas rumah tangga atau untuk pemanasan air pada kolam-kolam renang pada musim-musim tertentu.

- Sel-sel fotovoltaik.
- Pembangkit listrik tenaga panas surya.

Catatan: Energi surya pasif untuk pemanasan langsung, pendinginan dan penerangan rumah tinggal atau bangunan lainnya tidak termasuk di sini.

Solid biomass (Biomassa padat): Terdiri dari bahan non-fosil organik yang berasal dari makhluk hidup yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan panas atau membangkitkan listrik, yang terdiri dari:

- **Arang:** Terdiri dari residue padat dari proses distilasi dan pirolisa kayu dan tanaman lainnya.
- **Kayu, limbah kayu, limbah padat lainnya:** terdiri dari tanaman penghasil energi (*poplar, willow, dll.*), sejumlah bahan kayu-kayuan hasil proses industri (industri kayu/kertas pada khususnya) atau yang tersedia langsung dari hutan atau perkebunan (kayu bakar, serpihan kayu, pokok pohon, bubuk gergaji, serutan kayu, potongan kayu, cairan hitam (*black liquor*), dll.) serta limbah seperti jerami, sekam padi, kulit kacang, kotoran unggas, ampas anggur yang dihancurkan dll. Pembakaran merupakan teknologi yang paling sesuai untuk pemanfaatan limbah padat ini. Jumlah bahan bakar yang digunakan harus dilaporkan sebagai nilai bersih panas.

Steam coal (Batubara uap): Lihat batubara tua.

Substitute natural gas (Gas bumi substitusi): Gas bumi substitusi merupakan jenis gas dengan nilai kalor tinggi, dihasilkan oleh proses konversi kimia bahan bakar fosil hidrokarbon. Secara fisika dan kimia dapat dipertukarkan dengan gas bumi dan biasanya di-distribusikan melewati jaringan gas alam. Bahan baku (mentah) utama untuk membuat gas bumi substitusi adalah: batubara, minyak dan serpih minyak. Gas bumi substitusi ini dibedakan dari jenis gas hasil proses lainnya dengan nilai panasnya yang tinggi (mencapai 8000 kcal/m³) dan dengan kandungan metananya yang tinggi (mencapai 85%). Gas bumi substitusi yang diproduksi dengan sintesis dari bahan bakar selain batubara harus juga disertakan dalam "Dari Sumber-Sumber Lain". Jumlah bahan bakar harus dilaporkan dalam nilai kalor bruto.

Sub-bituminous coal (Batubara Sub-bituminus): Batubara non-agglomerasi dengan nilai kalor bruto antara 17435 kJ/kg (4165 kcal/kg) dan 23865 kJ/kg (5700 kcal/kg) yang mengandung zat terbang lebih dari 31% atas basis bebas bahan mineral kering (*dry mineral matter-free basis*).

Tar sands (Pasir Ter): Lihat Batubara Muda/Batubara Coklat.

Tide/wave/ocean energy (Energi Gelombang pasang/ombak/laut): Energi mekanik yang berasal dari pergerakan pasang surut dan gelombang dan dieksploitasi untuk membangkitkan listrik.

Unleaded motor gasoline (Motor bensin tanpa timbal): Lihat motor bensin.

Wastes (Limbah):

- **Limbah industri:** limbah dari industri yang bukan terbarukan (padat atau cairan) yang dibakar langsung untuk menghasilkan listrik dan/atau panas. Kuantitas bahan bakar yang digunakan harus dilaporkan pada basis nilai kalor neto. Limbah industri terbarukan harus dilaporkan dalam kategori Biomassa padat, Biogas dan/atau kelompok BBN cair.

- **Limbah padat kota (terbarukan):** limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, industri, rumah sakit dan sektor-sektor tersier lainnya yang mengandung bahan-bahan *biodegradable* (terurai alami) yang dibakar (*incinerated*) pada instalasi pengolahan limbah khusus. Kuantitas bahan bakar yang digunakan harus dilaporkan atas basis nilai kalor neto.
- **Limbah padat kota (bukan terbarukan):** limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, industri, rumah sakit dan sektor-sektor tersier lainnya yang mengandung bahan-bahan *non-biodegradable* yang dibakar (*incinerated*) pada instalasi pengolahan limbah khusus. Kuantitas bahan bakar yang digunakan harus dilaporkan atas basis nilai kalor neto.

White spirit dan spirit titik didih tertentu (specific boiling point/SBP): *White spirit* dan SBP merupakan distilat *intermediate* dari kilang yang distilasinya berada dalam kisaran nafta/minyak tanah. Jenis ini dibagi menjadi:

- **Industrial Spirit (SBP):** Minyak ringan yang disuling antara 30°C dan 200°C. Terdapat 7 atau 8 tingkatan/mutu *industrial spirit* sesuai dengan posisi pemotongannya dalam kisaran distilasi. Mutu tersebut didefinisikan menurut perbedaan suhu antara titik distilasi 5% volume dengan 90% volume (tidak lebih dari 60°C).
- **White spirit:** Spirit Industri dengan titik nyala di atas 30°C. Kisaran distilasi *white spirit* adalah antara 135°C sampai 200°C.

Wind energy (Energi Angin): Energi kinetik dari angin yang dieksploitasi untuk membangkitkan listrik pada turbin angin.

Wood/wood wastes/other solid wastes (Kayu/limbah kayu/limbah padat lainnya): Lihat biomassa padat.

2 Daftar singkatan

Bos	<i>basic oxygen steel</i> (baja oksidasi basa)
bbf	<i>barrel</i> (baref)
bcm	<i>billion cubic metres</i> (milyar meter kubik)
b/d	<i>barrels per day</i> (baref per hari)
Btu	<i>British thermal unit</i> (satuan panas Inggris)
CCGT	<i>combined-cycle gas turbine</i> (turbin gas siklus kombinasi)
CHP	<i>combined heat and power (plant)</i> - (pembangkit) kombinasi listrik dan panas
CNG	<i>compressed natural gas</i> (gas bumi terkompresi)
CO	<i>carbon monoxide</i> (karbon monoksida)
CO ₂	<i>carbon dioxide</i> (karbon dioksida)
COG	<i>coke-oven gas</i> (gas dapur kokas)
CV	<i>calorific value</i> (nilai kalor)

GCV	<i>gross calorific value</i> (nilai kalor bruto)
GHG	<i>greenhouse gas</i> (gas rumah kaca)
GJ	gigajoule, atau satu joule x 10 ⁹ (lihat joule)
GJ/t	gigajoule per ton
J	joule
kWh	kilowatt-jam, atau satu watt x satu jam x 10 ³
LNG	<i>liquefied natural gas</i> (gas alam cair)
LPG	<i>liquefied petroleum gas</i> (gas minyak cair); merujuk pada propana, butana dan isomer-isomernya, yang merupakan gas pada tekanan atmosfer dan temperatur normal
MBtu	<i>million British thermal units</i> (juta satuan panas Inggris)
MJ/m ³	megajoule/cubic metre (megajoule per meter kubik)
Mm ³	<i>million cubic metres</i> (juta meter kubik)
MPP	<i>main (public) power producer</i> (produsen tenaga listrik publik utama)
MSW	<i>municipal solid waste</i> (limbah padat kota)
Mtce	<i>million tonnes of coal equivalent</i> (1 Mtce=0.7 Mtoe) - juta ton setara batubara
Mtoe	<i>million tonnes of oil equivalent</i> (juta ton setara minyak)
MW	megawatt, atau satu watt x 10 ⁶
NCV	<i>net calorific value</i> (nilai kalor neto)
Nm ³	<i>normal cubic metre</i> (meter kubik normal)
NO _x	<i>nitrogen oxides</i> (nitrogen dioksida)
PV	<i>photovoltaic</i> (fotovoltaik)
tce	<i>tonne of coal equivalent</i> = 0.7 toe (ton setara batubara)
TFC	<i>total final consumption</i> (konsumsi final total)
TJ	terajoule, atau satu joule x 10 ¹²
toe	<i>tonne of oil equivalent</i> (ton setara minyak)
TPES	<i>total primary energy supply</i> (pasokan energi primer total)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim PBB)
UNPEDE	<i>International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy</i> (Serikat Produsen dan Distributor Energi Listrik Internasional, yang pada tahun 2002 bergabung dengan <i>Eurelectric</i> , dan sekarang menjadi <i>European Grouping of Electricity Undertakings, EEIG</i>)
VOCs	<i>volatile organic compounds</i> (senyawa organik asiri)