



WORLD COAL INSTITUTE

SUMBER DAYA BATU BARA

TINJAUAN LENGKAP MENGENAI BATU BARA

SUMBER DAYA BATU BARA

DARI MANA ASAL BATU BARA?

APA KEGUNAANNYA?

APAKAH BATU BARA MASIH DIGUNAKAN?

Batu Bara adalah salah satu sumber energi yang penting bagi dunia, yang digunakan pembangkit listrik untuk menghasilkan listrik hampir 40% di seluruh dunia. Di banyak negara angka-angka ini jauh lebih tinggi: Polandia menggunakan batu bara lebih dari 94% untuk pembangkit listrik; Afrika Selatan 92%; Cina 77%; dan Australia 76%. Batu bara merupakan sumber energi yang mengalami pertumbuhan yang paling cepat di dunia di tahun-tahun belakangan ini – lebih cepat daripada gas, minyak, nuklir, air dan sumber daya pengganti.

Batu bara telah memainkan peran yang sangat penting ini selama berabad-abad – tidak hanya membangkitkan listrik, namun juga merupakan bahan bakar utama bagi produksi baja dan semen, serta kegiatan-kegiatan industri lainnya.

Sumber Daya Batu Bara menyajikan tinjauan lengkap mengenai batu bara dan maknanya bagi kehidupan kita. Tinjauan ini menyajikan proses pembentukan batu bara, penambangannya, penggunaannya serta dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan hidup. Tinjauan ini menguraikan peran penting batu bara sebagai sumber energi dan betapa pentingnya batu bara – bersama sumber energi lainnya – dalam memenuhi kebutuhan energi dunia yang berkembang dengan cepat.

Kami berharap bahwa tinjauan ini dapat menjawab semua pertanyaan yang ada yang berkaitan dengan

industri batu bara, namun apabila anda membutuhkan informasi lebih lanjut, sejumlah terbitan World Coal Institute (WCI) lainnya mungkin dapat membantu anda.

>> *The Role of Coal as an Energy Source* (2003)

menguraikan peran yang dimainkan batu bara di dunia saat ini dan meneliti peran tersebut dalam konteks yang lebih luas, seperti meningkatkan kebutuhan akan energi, jaminan ketersediaan energi dan masalah-masalah lingkungan hidup.

>> *Clean Coal – Building a Future through Technology*

(2004) membahas cara mengatasi masalah-masalah lingkungan hidup yang berkaitan dengan batu bara – khususnya penggunaan batu bara – melalui pengembangan dan penggunaan teknologi batu bara yang bersih.

>> Pada Tahun 2001, the World Coal Institute

menerbitkan *Sustainable Entrepreneurship, the Way Forward for the Coal Industry* – sehubungan dengan United Nations Environment Programme (UNEP) – yang menelaah batu bara dalam konteks yang lebih luas mengenai pembangunan yang berkelanjutan.

Seluruh terbitan WCI dan informasi lainnya mengenai industri batu bara dapat diperoleh di situs web kami: www.worldcoal.org

Daftar Isi

2	BAGIAN 1 PENGERTIAN BATU BARA
2	Jenis-jenis Batu Bara
3	Dimana Batu Bara Dapat Ditemukan
4	Menemukan Batu Bara
7	BAGIAN 2 TAMBANG BATU BARA
7	Tambang Bawah Tanah
7	Tambang Terbuka
8	Pengolahan Batu Bara
9	Pengangkutan Batu Bara
10	Keselamatan pada Tambang Batu Bara
11	Tambang Batu Bara dan Masyarakat Yang Lebih Luas
13	BAGIAN 3 PASAR GLOBAL BATU BARA
13	Produksi Batu Bara
13	Konsumsi Batu Bara
14	Perdagangan Batu Bara
16	Jaminan Energi
19	BAGIAN 4 PENGGUNAAN BATU BARA
19	Riwayat Penggunaan Batu Bara
20	Cara Mengubah Batu Bara Menjadi Listrik
21	Pentingnya Listrik Dunia
22	Batu Bara dalam Produksi Besi dan Baja
23	Pencairan Batu Bara
24	Batu Bara & Semen
25	Fungsi Lain dari Batu Bara
27	BAGIAN 5 BATU BARA & LINGKUNGAN HIDUP
27	Tambang Batu Bara & Lingkungan Hidup
27	Gangguan Tanah
27	Amblesan Tambang
28	Pencemaran Air
28	Polusi Debu & Suara
28	Rehabilitasi
29	Menggunakan Gas Metana dari Tambang Batu Bara
29	Penggunaan Batu Bara & Lingkungan Hidup
31	Jawaban Teknologi
31	Mengurangi Emisi Partikel-partikel Halus
32	Mencegah Terjadinya Hujan Asam
33	Mengurangi Emisi Karbon Dioksida
36	Batu Bara & Energi Pengganti
37	Mengatasi Dampak Lingkungan
39	BAGIAN 6 PEMENUHAN KEBUTUHAN ENERGI DI MASA DEPAN
39	Peran Batu Bara
40	Memperbanyak Dampak Positif Terhadap Lingkungan Hidup
41	Batu Bara & Sumber Energi Masa Depan Kita
42	SUMBER INFORMASI LAINNYA

BAGIAN 1

PENGERTIAN BATU BARA

» Batu bara adalah sisa tumbuhan dari jaman prasejarah yang berubah bentuk yang awalnya berakumulasi di rawa dan lahan gambut. »



Gambut



Batu bara muda



Sub-bitumen



Bitumen

Definisi

Batu bara adalah bahan bakar fosil. Batu bara dapat terbakar, terbentuk dari endapan, batuan organik yang terutama terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batu bara terbentuk dari tumbuhan yang telah terkonsolidasi antara strata batuan lainnya dan diubah oleh kombinasi pengaruh tekanan dan panas selama jutaan tahun sehingga membentuk lapisan batu bara.

Foto-foto pemberian
Australian Coal Association

Penimbunan lanau dan sedimen lainnya, bersama dengan pergeseran kerak bumi (dikenal sebagai pergeseran tektonik) mengubur rawa dan gambut yang seringkali sampai ke kedalaman yang sangat dalam. Dengan penimbunan tersebut, material tumbuhan tersebut terkena suhu dan tekanan yang tinggi. Suhu dan tekanan yang tinggi tersebut menyebabkan tumbuhan tersebut mengalami proses perubahan fisika dan kimiawi dan mengubah tumbuhan tersebut menjadi gambut dan kemudian batu bara.

Pembentukan batubara dimulai sejak Carboniferous Period (Periode Pembentukan Karbon atau Batu Bara) – dikenal sebagai zaman batu bara pertama – yang berlangsung antara 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu.

Mutu dari setiap endapan batu bara ditentukan oleh suhu dan tekanan serta lama waktu pembentukan, yang disebut sebagai 'maturitas organik'. Proses awalnya gambut berubah menjadi lignite (batu bara muda) atau 'brown coal (batu bara coklat)' – Ini adalah batu bara dengan jenis maturitas organik rendah. Dibandingkan dengan batu bara jenis lainnya, batu bara muda agak lembut dan warnanya bervariasi dari hitam pekat sampai kecoklat-coklatan.

Mendapat pengaruh suhu dan tekanan yang terus menerus selama jutaan tahun, batu bara muda mengalami perubahan yang secara bertahap

menambah maturitas organiknya dan mengubah batu bara muda menjadi batu bara 'sub-bitumen'.

Perubahan kimiawi dan fisika terus berlangsung hingga batu bara menjadi lebih keras dan warnanya lebih hitam dan membentuk 'bitumen' atau 'antrasit'. Dalam kondisi yang tepat, peningkatan maturitas organik yang semakin tinggi terus berlangsung hingga membentuk antrasit.

Jenis-jenis Batu Bara

Tingkat perubahan yang dialami batu bara, dari gambut sampai menjadi antrasit – disebut sebagai pengarangan – memiliki hubungan yang penting dan hubungan tersebut disebut sebagai 'tingkat mutu' batu bara.

Batu bara dengan mutu yang rendah, seperti batu bara muda dan sub-bitumen biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah. Batu bara muda memilih tingkat kelembaban yang tinggi dan kandungan karbon yang rendah, dan dengan demikian kandungan energinya rendah.

Batu bara dengan mutu yang lebih tinggi umumnya lebih keras dan kuat dan seringkali berwarna hitam cemerlang seperti kaca. Batu bara dengan mutu yang lebih tinggi memiliki kandungan karbon yang lebih banyak, tingkat kelembaban yang lebih rendah dan menghasilkan energi yang lebih banyak. Antrasit

adalah batu bara dengan mutu yang paling baik dan dengan demikian memiliki kandungan karbon dan energi yang lebih tinggi serta tingkat kelembaban yang lebih rendah (lihat diagram pada halaman 4).

Dimana Batu Bara Dapat Ditemukan

Telah diperkirakan bahwa ada lebih dari 984 milyar ton cadangan batu bara di seluruh dunia (lihat definisi). Hal ini berarti ada cadangan batu bara yang cukup untuk menghidupi kita selama lebih dari 190 tahun (lihat grafik). Batu bara berada di seluruh dunia – batu bara dapat ditemukan di setiap daratan di lebih dari 70 negara, dengan cadangan terbanyak di AS, Rusia, China dan India.

Sumber Daya

Jumlah batu bara yang dapat ditemukan di suatu endapan atau tambang batu bara. Ini tidak termasuk kelayakan penambangan batu bara secara ekonomis. Tidak semua sumber daya batu bara dapat ditambang dengan menggunakan teknologi yang ada saat ini.

Cadangan

Cadangan dapat ditentukan dalam hal cadangan yang telah terbukti (atau terukur) dan cadangan yang diperkirakan (atau yang terindikasi). Cadangan yang diperkirakan dengan tingkat keyakinan yang lebih rendah daripada cadangan yang telah terbukti.

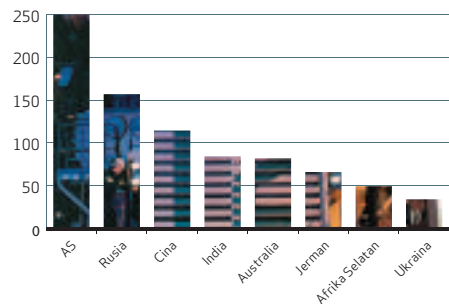
Cadangan yang telah terbukti

Cadangan -cadangan yang tidak hanya dipertimbangkan untuk sekedar dapat ditambang namun juga dapat ditambang secara ekonomis. Hal ini berarti bahwa mereka mempertimbangkan teknologi pertambangan saat ini yang dapat digunakan dan tingkat ekonomis dari penambangan batu bara. Dengan demikian cadangan-cadangan yang telah terbukti akan berubah sesuai dengan harga batu bara; jika harga batu bara turun, maka cadangan yang telah terbukti akan berkurang.

Sumber: IEA Coal Information 2004

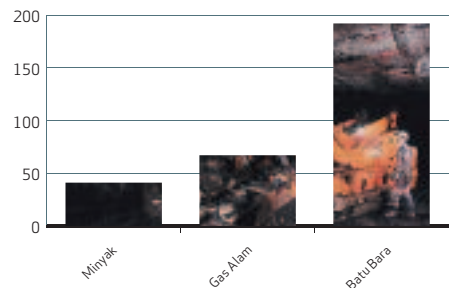
Negara-negara dengan Cadangan Batu Bara Terbesar, 2003 (milyar ton)

Sumber: BP 2004



Rasio Cadangan-ke-produksi, 2003 (Tahun)

Sumber: BP 2004



Sementara diperkirakan bahwa ada cadangan batu bara yang cukup untuk menghidupi kita selama 190 tahun, kenyataan demikian masih dapat diperluas dengan melakukan sejumlah pengembangan, termasuk:

- >> penemuan cadangan-cadangan baru melalui kegiatan eksplorasi yang sudah berjalan dan yang ditingkatkan;
- >> kemajuan-kemajuan dalam teknik-teknik penambangan, yang dapat memperoleh cadangan-cadangan yang sebelumnya tidak bisa dicapai.

Semua bahan bakar yang berasal dari fosil akhirnya akan habis oleh karena itu penting sekali bagi kita untuk mengkonsumsinya secara efisien. Pengembangan-pengembangan penting terus dilakukan mengenai penggunaan batu bara secara efisien sehingga dapat diperoleh energi yang lebih banyak dari setiap ton batu bara yang diproduksi

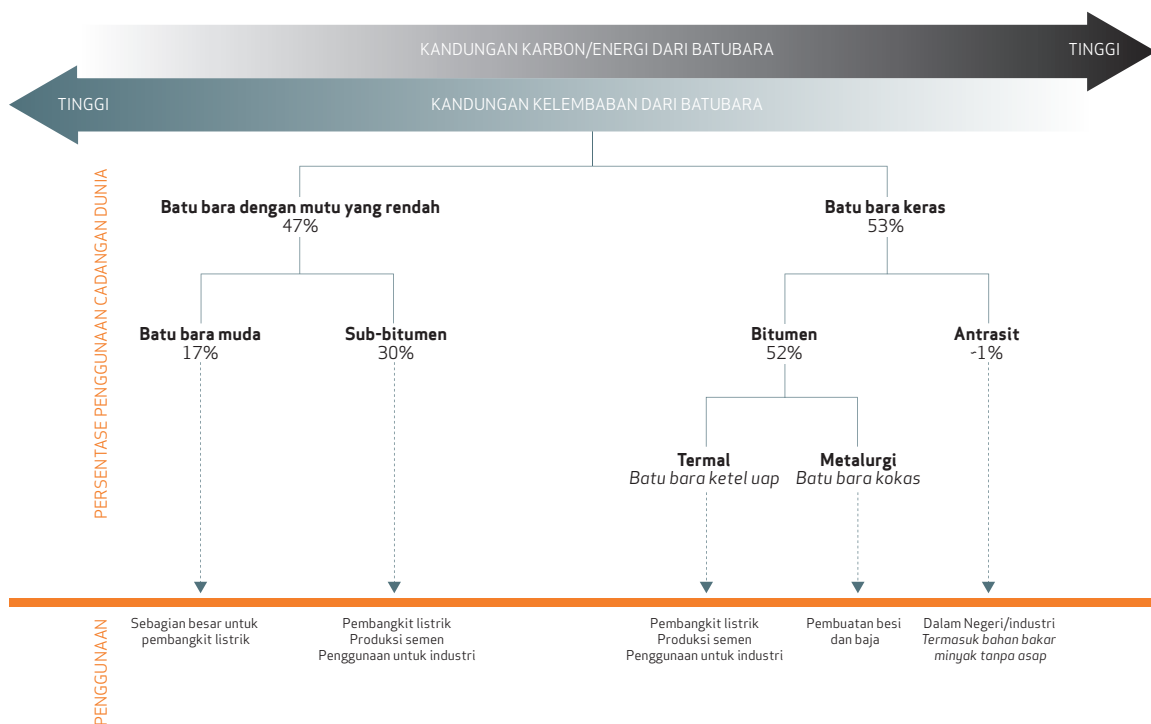
Menemukan Batu Bara

Cadangan batu bara ditemukan melalui kegiatan eksplorasi. Proses tersebut biasanya mencakup pembuatan peta geologi dari daerah yang bersangkutan, kemudian melakukan survei geokimia dan geofisika, yang dilanjutkan dengan pengeboran eksplorasi. Proses demikian memungkinkan diperolehnya gambaran yang tepat dari daerah yang akan dikembangkan.

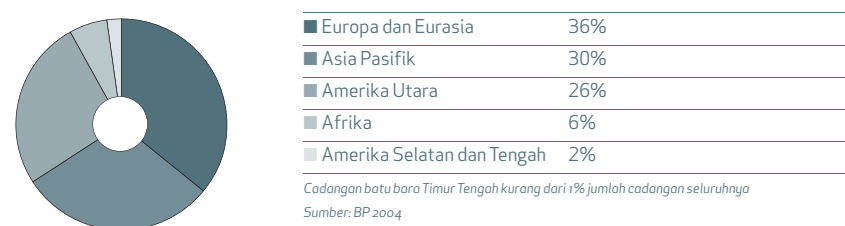
Daerah tersebut hanya akan menjadi suatu tambang jika daerah tersebut memiliki cadangan batu bara yang cukup banyak dan mutu yang memadai sehingga batu bara dapat diambil secara ekonomis. Setelah mendapat kepastian akan hal tersebut, maka dimulailah kegiatan penambangannya.

BAGIAN 1 TAMAT

Jenis-jenis Batu Bara



Cadangan Batu Bara Menunjukkan Bagian Daerah (akhir 2003)



Cadangan Gas Menunjukkan Bagian Daerah (akhir 2003)



Cadangan Minyak Menunjukkan Bagian Daerah (akhir 2003)





Tambang terbuka yang besar dapat meliputi daerah berkilo-kilo meter persegi dan menggunakan banyak alat yang besar, seperti: dragline (katrol penarik) (gambar). Foto Pemberian dari Anglo Coal.

BAGIAN 2

TAMBANG BATU BARA

>> Batu bara ditambang dengan dua metode – tambang permukaan atau ‘terbuka’ dan tambang bawah tanah atau ‘dalam.’ >>

Pemilihan metode penambangan sangat ditentukan oleh unsur geologi endapan batu bara. Saat ini, tambang bawah tanah menghasilkan sekitar 60% dari produksi batu bara dunia, walaupun beberapa negara penghasil batu bara yang besar lebih menggunakan tambang permukaan. Tambang terbuka menghasilkan sekitar 80% produksi batu bara di Australia, sementara di AS, hasil dari tambang permukaan sekitar 67%.

Tambang Bawah Tanah

Ada dua metode tambang bawah tanah: tambang room-and-pillar dan tambang longwall.

Dalam tambang room-and-pillar, endapan batu bara ditambang dengan memotong jaringan ‘ruang’ ke dalam lapisan batu bara dan membiarkan ‘pilar’ batu bara untuk menyangga atap tambang. Pilar-pilar tersebut dapat memiliki kandungan batu bara lebih dari 40% – walaupun batu bara tersebut dapat ditambang pada tahapan selanjutnya. Penambangan batu bara tersebut dapat dilakukan dengan cara yang disebut retreat mining (penambangan mundur), dimana batu bara diambil dari pilar-pilar tersebut pada saat para penambang kembali ke atas. Atap tambang kemudian dibiarkan ambruk dan tambang tersebut ditinggalkan.

Tambang longwall mencakup penambangan batu bara secara penuh dari suatu bagian lapisan atau ‘muka’ dengan menggunakan gunting-gunting mekanis.

Tambang longwall harus dilakukan dengan membuat perencanaan yang hati-hati untuk memastikan adanya geologi yang mendukung sebelum dimulai kegiatan penambangan. Kedalaman permukaan batu bara bervariasi di kedalaman 100-350m. Penyangga yang dapat bergerak maju secara otomatis dan digerakkan secara hidrolik sementara menyangga atap tambang selama pengambilan batu bara. Setelah batu bara diambil dari daerah tersebut, atap tambang dibiarkan ambruk. Lebih dari 75% endapan batu bara dapat diambil dari panil batu bara yang dapat memanjang sejauh 3 km pada lapisan batu bara.

Keuntungan utama dari tambang room-and-pillar daripada tambang longwall adalah, tambang room-and-pillar dapat mulai memproduksi batu bara jauh lebih cepat, dengan menggunakan peralatan bergerak dengan biaya kurang dari 5 juta dolar (peralatan tambang longwall dapat mencapai 50 juta dolar).

Pemilihan teknik penambangan ditentukan oleh kondisi tapaknya namun selalu didasari oleh pertimbangan ekonomisnya; perbedaan-perbedaan yang ada bahkan dalam satu tambang dapat mengarah pada digunakannya kedua metode penambangan tersebut.

Tambang Terbuka

Tambang Terbuka – juga disebut tambang permukaan – hanya memiliki nilai ekonomis apabila lapisan batu bara berada dekat dengan permukaan tanah. Metode

Definisi

Batuan permukaan adalah lapisan tanah dan batuan (strata) antara lapisan batu bara dan permukaan tanah.

tambang terbuka memberikan proporsi endapan batu bara yang lebih banyak daripada tambang bawah tanah karena seluruh lapisan batu bara dapat dieksploitasi – 90% atau lebih dari batu bara dapat diambil. Tambang terbuka yang besar dapat meliputi daerah berkilo-kilo meter persegi dan menggunakan banyak alat yang besar, termasuk: dragline (katrol penarik), yang memindahkan batuan permukaan; power shovel (sekop hidrolik); truk-truk besar, yang mengangkat batuan permukaan dan batu bara; bucket wheel excavator (mobil penggali serok); dan ban berjalan.

Batuan permukaan yang terdiri dari tanah dan batuan dipisahkan pertama kali dengan bahan peledak; batuan permukaan tersebut kemudian diangkat dengan menggunakan katrol penarik atau dengan sekop dan truk. Setelah lapisan batu bara terlihat, lapisan batu bara tersebut digali, dipecahkan kemudian ditambang secara sistematis dalam bentuk jalur-jalur. Kemudian batu bara dimuat ke dalam truk besar atau ban berjalan untuk diangkut ke pabrik pengolahan batu bara atau langsung ke tempat dimana batu bara tersebut akan digunakan.

Pengolahan Batu Bara

Batu bara yang langsung diambil dari bawah tanah, disebut batu bara tertambang run-of-mine (ROM), seringkali memiliki kandungan campuran yang tidak diinginkan seperti batu dan lumpur dan berbentuk pecahan dengan berbagai ukuran. Namun demikian pengguna batu bara membutuhkan batu bara dengan mutu yang konsisten. Pengolahan batu bara – juga disebut pencucian batu bara (“coal beneficiation” atau “coal washing”) mengarah pada penanganan batu bara tertambang (ROM Coal) untuk menjamin mutu yang konsisten dan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna akhir tertentu.

Pengolahan tersebut tergantung pada kandungan batu bara dan tujuan penggunaannya. Batu bara tersebut mungkin hanya memerlukan pemecahan sederhana atau mungkin memerlukan proses pengolahan yang kompleks untuk mengurangi kandungan campuran.

Untuk menghilangkan kandungan campuran, batu bara tertambang mentah dipecahkan dan kemudian dipisahkan ke dalam pecahan dalam berbagai ukuran. Pecahan-pecahan yang lebih besar biasanya diolah dengan menggunakan metode ‘pemisahan media padatan’. Dalam proses demikian, batu bara dipisahkan dari kandungan campuran lainnya dengan diapungkan dalam suatu tangki berisi cairan dengan gravitasi tertentu, biasanya suatu bahan berbentuk magnetit tanah halus. Setelah batu bara menjadi ringan, batu bara tersebut akan mengapung dan dapat dipisahkan, sementara batuan dan kandungan campuran lainnya yang lebih berat akan tenggelam dan dibuang sebagai limbah.

Pecahan yang lebih kecil diolah dengan melakukan sejumlah cara, biasanya berdasarkan perbedaan kepadatannya seperti dalam mesin sentrifugal. Mesin sentrifugal adalah mesin yang memutar suatu wadah dengan sangat cepat, sehingga memisahkan benda padat dan benda cair yang berada di dalam wadah tersebut. Metode alternatif menggunakan kandungan permukaan yang berbeda dari batu bara dan limbah. Dalam ‘pengapungan berbuih’, partikel-partikel batu



Tambang Longwall melibatkan pengambilan batu bara penuh dari suatu bagian lapisan dengan menggunakan gunting mekanis. Foto pemberian Joy Mining Machinery.

Definisi

DWT – Deadweight Tonnes (Bobot Mati) yang mengacu ke kapasitas bobot mati suatu kapal, termasuk kargonya, tangki bahan bakar, air bersih, simpanan dll.

Kegiatan Tambang Bawah Tanah

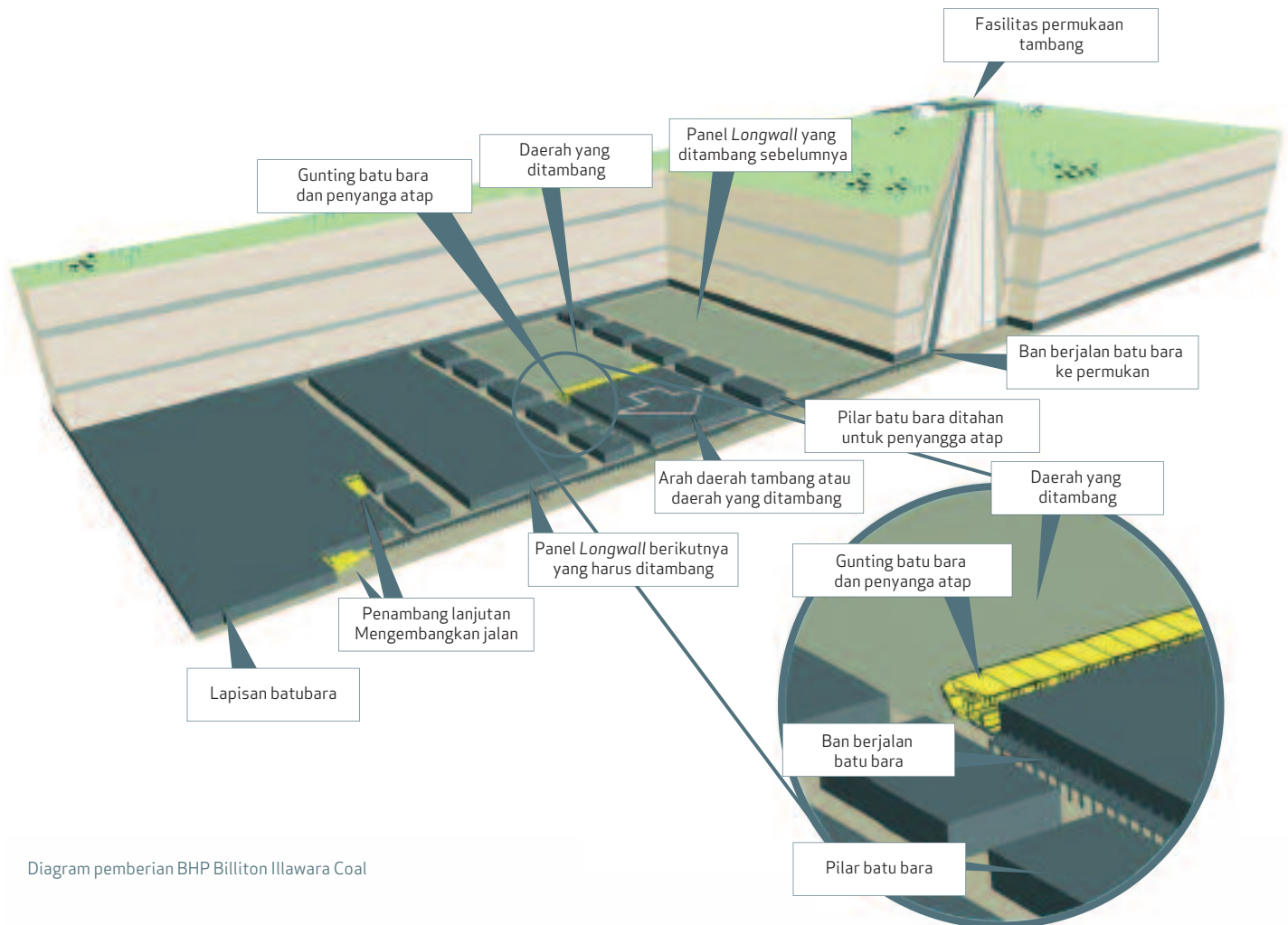


Diagram pemberian BHP Billiton Illawara Coal

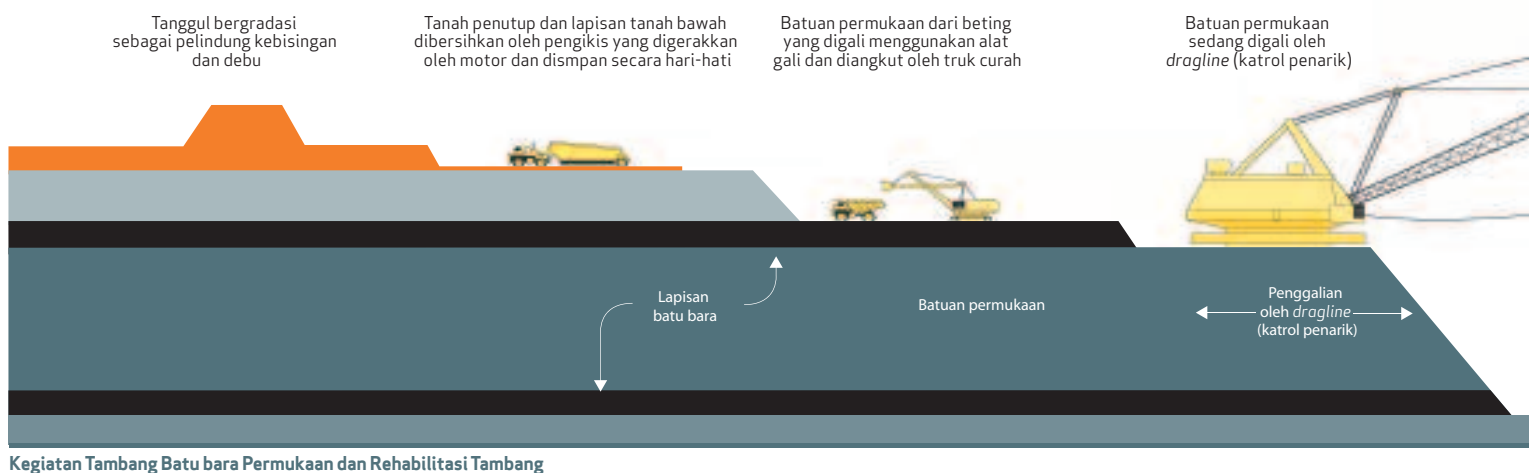
bara dipisahkan dalam buih yang dihasilkan oleh udara yang ditiupkan ke dalam rendaman air yang mengandung reagen kimia. Buih-buih tersebut akan menarik batu bara tapi tidak menarik limbah dan kemudian buih-buih tersebut dibuang untuk mendapatkan batu bara halus. Perkembangan teknologi belakangan ini telah membantu meningkatkan perolehan materi batu bara yang sangat baik.

Pengangkutan Batu Bara

Cara pengangkutan batu bara ke tempat batu bara

tersebut akan digunakan tergantung pada jaraknya. Untuk jarak dekat, batu bara umumnya diangkut dengan menggunakan ban berjalan atau truk. Untuk jarak yang lebih jauh di dalam pasar dalam negeri, batu bara diangkut dengan menggunakan kereta api atau tongkang atau dengan alternatif lain dimana batu bara dicampur dengan air untuk membentuk bubur batu dan diangkut melalui jaringan pipa.

Kapal laut umumnya digunakan untuk pengangkutan internasional dalam ukuran berkisar dari Handymax (40-60,000 DWT), Panamax (about 60-80,000 DWT)



Sel-sel pengapungan dengan buih di Goedehoop Colliery digunakan untuk pengolahan mineral batu bara halus. Foto pemberian Anglo Coal.

sampai kapal berukuran Capesize (sekitar 80,000+ DWT). Sekitar 700 juta ton (Jt) batu bara diperdagangkan secara internasional pada tahun 2003 dan sekitar 90% dari jumlah tersebut diangkut melalui laut. Pengangkutan batu bara dapat sangat mahal – dalam beberapa kasus, pengangkutan batu bara mencapai lebih dari 70% dari biaya pengiriman batu bara.

Tindakan-tindakan pengamanan diambil di setiap tahapan pengangkutan dan penyimpanan batu bara untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan hidup (untuk informasi lebih lanjut mengenai batu bara dan lingkungan hidup lihat Bagian 5).

Keselamatan pada Tambang Batu Bara

Industri batu bara sangat memperhatikan masalah keselamatan. Tambang batu bara bawah tanah yang dalam memiliki risiko keselamatan yang lebih tinggi daripada batu bara yang ditambang pada tambang terbuka. Meskipun demikian, tambang batu bara modern memiliki prosedur keselamatan standar kesehatan dan keselamatan serta pendidikan dan pelatihan pekerja yang sangat ketat, yang mengarah pada peningkatan yang penting dalam tingkat keselamatan baik di tambang bawah tanah maupun tambang terbuka (lihat grafik pada halaman 11 untuk perbandingan tingkat keselamatan di tambang batu bara AS dengan sektor-sektor industri lainnya).

Masih ada masalah dalam industri batu bara. Kecelakaan dan korban jiwa dalam tambang batu bara paling banyak terjadi di Cina. Sebagian besar kecelakaan terjadi di tambang-tambang yang terdapat di kota kecil dan desa, yang seringkali beroperasi secara tidak sah dimana teknik penambangannya merupakan tambang padat karya dan menggunakan peralatan yang sangat sederhana. Pemerintah Cina telah mengambil langkah-langkah untuk meningkatkan tingkat keselamatan, termasuk penutupan paksa tambang-tambang kecil dan tambang-tambang yang tidak memenuhi standar keselamatan.



Tambang Batu Bara dan Masyarakat Yang Lebih Luas

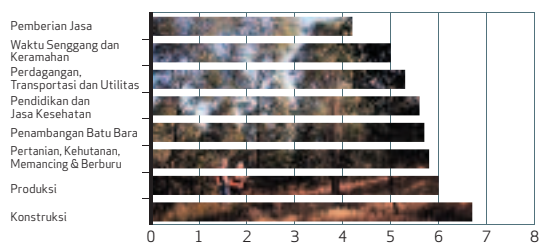
Tambang batu bara umumnya berada di daerah pedesaan dimana tambang dan industri terkait lainnya biasanya merupakan salah satu, jika tidak, dari pemberi kerja yang terbesar di daerah yang bersangkutan. Diperkirakan bahwa industri batu bara memperkerjakan lebih dari 7 juta orang di seluruh dunia, dimana 90% dari jumlah tersebut berada di negara-negara berkembang.

Tidak hanya secara langsung memberi pekerjaan di seluruh dunia, tambang batu bara memberikan penghasilan dan menciptakan pekerjaan pada industri daerah lainnya yang berkaitan dengan tambang batu bara. Industri-industri tersebut menyediakan barang dan jasa kepada tambang batu bara, seperti bahan bakar, listrik dan peralatan atau memberikan penghasilan bagi para karyawan tambang batu bara.

Tambang batu bara berskala besar memberikan sumber penghasilan daerah yang penting mines dalam bentuk upah, program masyarakat dan masukan-masukan pada produksi di perekonomian daerah setempat.

Jumlah Korban Cidera dalam Industri AS tertentu, 2003 (per 100 karyawan penuh waktu)

Sumber: Bureau of Labor Statistics, US Department of Labor



Meskipun demikian, pertambangan dan pengambilan energi kadang-kadang dapat menimbulkan konflik penggunaan lahan dan kesulitan-kesulitan pembinaan hubungan dengan sekitarnya dan masyarakat setempat. Banyak konflik mengenai penggunaan lahan yang dapat diselesaikan dengan menekankan bahwa penambangan hanyalah penggunaan lahan secara sementara. Rehabilitasi tambang berarti bahwa lahan tersebut dapat digunakan kembali untuk tujuan lain setelah tambang ditutup.



Batu bara diperdagangkan di seluruh dunia, dimana batu bara diangkut dengan menggunakan kapal untuk pasar-pasar dengan jarak yang jauh. Foto pemberian Ports Corporation of Queensland.

BAGIAN 3

PASAR GLOBAL BATU BARA

» Batu bara adalah suatu industri global, dimana batu bara ditambang secara komersial di lebih dari 50 negara dan batu bara digunakan di lebih dari 70 negara. »

Importir Utama Batu Bara, 2003 (Jt)

Jepang	162
Republik Korea	72
Cina Taipei	54
Jerman	35
Inggris	32
Rusia	24
India	24
AS	23
Belanda	22
Spainyol	22

Sumber: IEA Coal Information 2004

Dunia saat ini mengkonsumsi batu bara sebanyak lebih dari 4050 Jt. Batu bara digunakan diberbagai sektor – termasuk pembangkit listrik, produksi besi dan baja, pabrik semen dan sebagai bahan bakar cair. Batu bara kebanyakan digunakan untuk alat pembangkit listrik – batu bara ketel uap atau lignit – atau produksi besi dan baja – batu bara kokas.

Produksi Batu Bara

Produksi batu bara saat ini berjumlah lebih dari 4030 Jt – suatu kenaikan sebesar 38% selama 20 tahun terakhir. Pertumbuhan produksi batu bara yang tercepat terjadi di Asia, sementara produksi batu bara di Eropa menunjukkan penurunan.

Negara penghasil batu bara terbesar tidak hanya terbatas pada satu daerah – lima negara penghasil batu bara terbesar adalah Cina, AS, India, Australia dan Afrika Selatan. Sebagian besar dari produksi batu bara dunia digunakan di negara tempat batu bara tersebut diproduksi, hanya sekitar 18% dari produksi antrasit yang ditujukan untuk pasar batu bara internasional.

Produksi batu bara dunia diharapkan mencapai 7 milyar ton pada tahun 2030 – dengan Cina memproduksi sekitar setengah dari kenaikan itu selama jangka waktu tersebut. Produksi batu bara ketel uap diproyeksikan akan mencapai sekitar 5,2 milyar ton; batu bara kokas 624 juta ton; dan batu bara muda 1,2 milyar ton.

Konsumsi Batu Bara

Batu bara memainkan peran yang penting dalam membangkitkan tenaga listrik dan peran tersebut terus berlangsung. Saat ini batu bara menjadi bahan bakar pembangkit listrik dunia sekitar 39% dan proporsi ini diharapkan untuk tetap berada pada tingkat demikian selama 30 tahun ke depan.

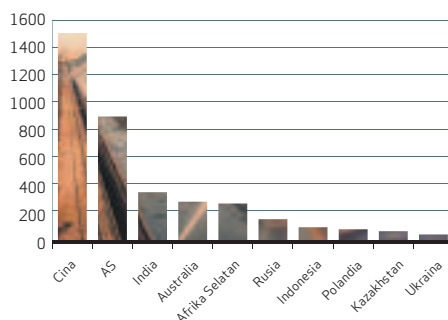
Konsumsi batu bara ketel uap diproyeksikan untuk tumbuh sebesar 1,5% per tahun dalam jangka waktu 2002-2030. Batubara muda, yang juga dipakai untuk membangkitkan tenaga listrik, akan tumbuh sebesar 1% per tahun. Kebutuhan batu bara kokas dalam industri besi dan baja diperkirakan akan mengalami kenaikan sebesar 0,9% per tahun selama jangka waktu tersebut.

Pasar batu bara yang terbesar adalah Asia, yang saat ini mengkonsumsi 54% dari konsumsi batu bara dunia – walaupun Cina akan memasok batu bara dalam proporsi yang besar. Banyak negara yang tidak memiliki sumber daya energi alami yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi mereka dan oleh karena itu mereka harus mengimpor energi untuk memenuhi kebutuhan mereka. Contohnya Jepang, Cina Taipei dan Korea, mengimpor batu bara ketel uap untuk membangkitkan listrik dan batu bara kokas untuk produksi baja dalam jumlah yang besar.

Bukan hanya kekurangan pasokan batu bara setempat yang membuat negara-negara mengimpor batu bara, tapi demi untuk memperoleh batu bara dengan jenis tertentu. Contohnya penghasil batu

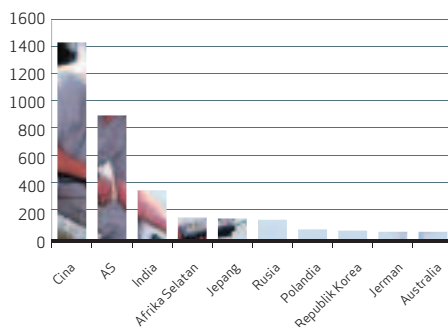
10 Negara Pengekspor Batu Bara Teratas di Dunia, 2003 (Jt)

Sumber: IEA 2004



10 Negara Konsumen Batu Bara Teratas di Dunia, 2003 (Jt)

Sumber: IEA 2004



Definisi

OECD adalah Organisation for Economic Cooperation and Development (Organisasi Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi). Grup ini terdiri dari 30 negara anggota yang memiliki komitmen pemerintah demokratis dan ekonomi pasar.

bara terbesar seperti Cina, AS dan India, juga mengimpor batu bara karena alasan mutu dan logistik.

Batu bara akan terus memainkan peran penting dalam campuran energi dunia, dengan kebutuhan di wilayah tertentu yang diperkirakan akan tumbuh dengan cepat. Pertumbuhan pasar batu bara ketel; uap dan batu bara kokas akan sangat kuat di negara-negara berkembang di Asia, dimana kebutuhan akan listrik dan akan baja dalam konstruksi, produksi mobil dan kebutuhan akan peralatan rumah tangga akan meningkat sejalan dengan bertambahnya penghasilan.

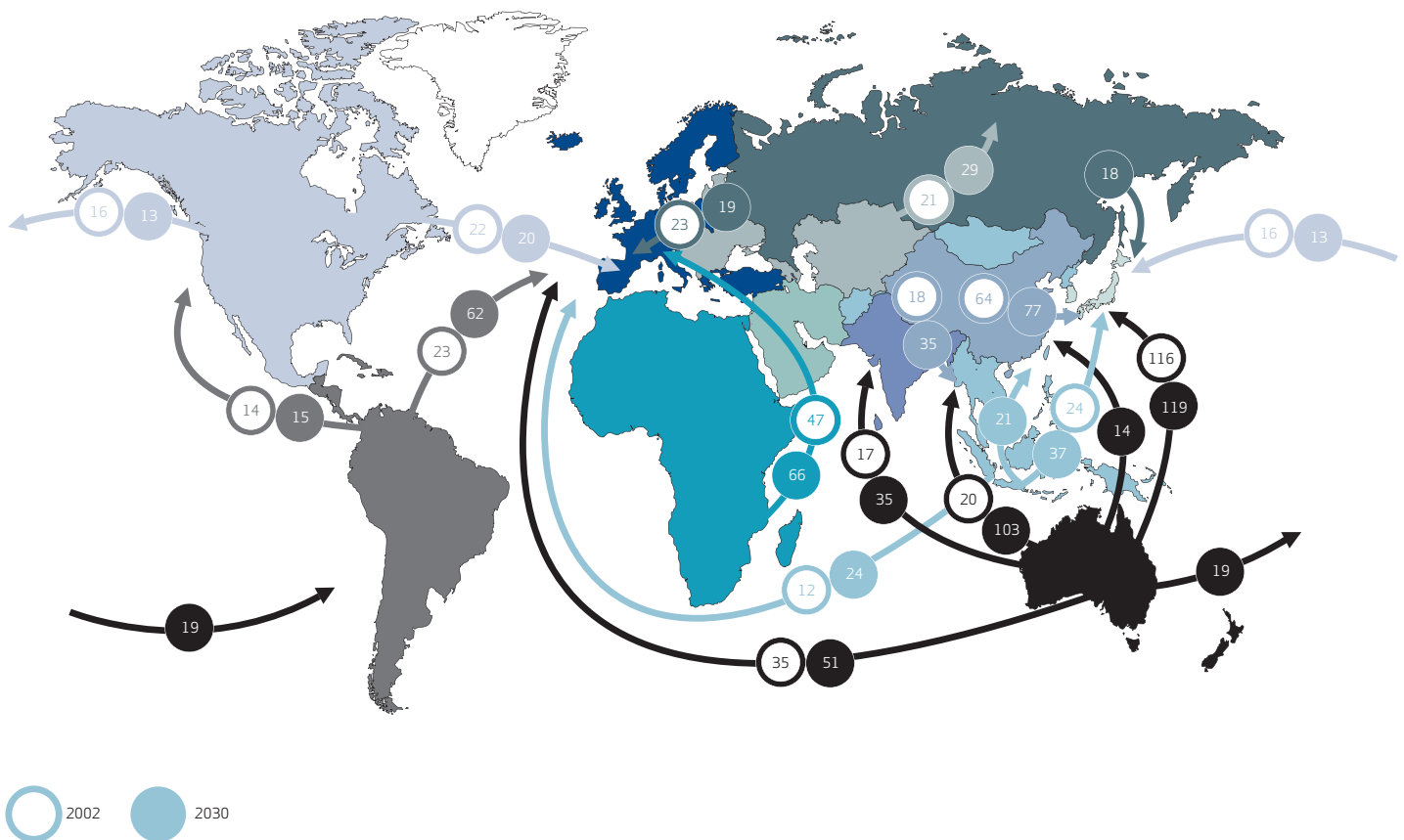
Perdagangan Batu Bara

Batu bara diperdagangkan di seluruh dunia, dimana batu bara diangkut dengan menggunakan kapal untuk pasar-pasar dengan jarak yang jauh.

Selama lebih dari 20 tahun, perdagangan batu bara ketel uap melalui jalur laut mengalami kenaikan rata-rata sebesar 8% setiap tahunnya, sementara perdagangan batu bara kokas melalui jalur laut mengalami kenaikan sebesar 2% per tahun. Di tahun 2003, keseluruhan perdagangan batu bara internasional mencapai 718 Jt; sementara hal ini merupakan jumlah batu bara yang besar namun jumlah tersebut hanyalah 18% dari jumlah keseluruhan dari batu bara yang dikonsumsi.

Biaya pengangkutan memberikan bagian yang besar dari harga penyerahan batu bara keseluruhan, oleh karena itu perdagangan internasional batu bara ketel uap secara efektif dibagi menjadi dua pasar regional – Atlantik dan Pasifik. Pasar Atlantik ditujukan untuk negara-negara pengekspor batu bara di Eropa Barat, terutama Inggris, Jerman dan Spanyol. Pasar Pasifik terdiri dari negara-negara berkembang dan pengimpor di Asia dan negara-negara di ASIA yang tergabung dalam OECD, terutama Jepang, Korea dan Cina Taipei. Pasar Pasifik saat ini mencakup sekitar 60% perdagangan batu bara ketel uap dunia. Pasar-batu bara cenderung untuk tumpang tindih pada saat harga batu bara tinggi sementara pasokan

Alir Perdagangan Batu Bara Antar Daerah Utama, 2002-2030 (Jt)



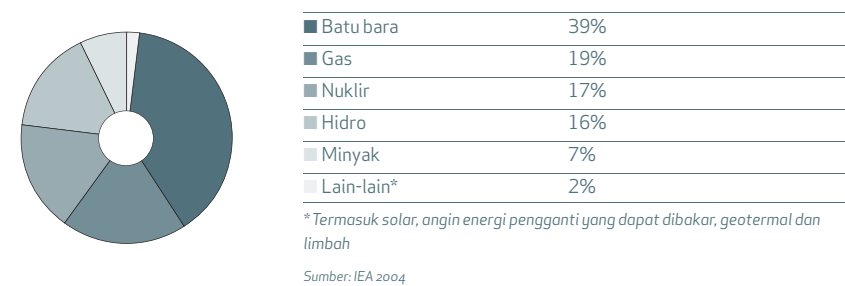
Sumber: IEA 2004

menumpuk. Afrika Selatan merupakan titik antara alami dari kedua pasar tersebut.

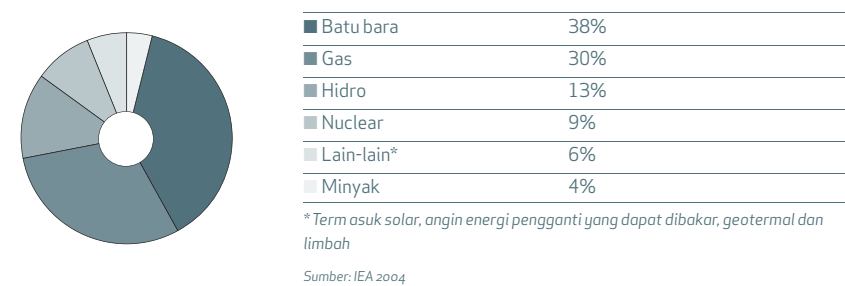
Australia adalah pengeksport batu bara terbesar di dunia; mengeksport lebih dari 207 Jt antrasit di tahun 2003, dari jumlah total produksinya sebesar 274 Jt. Batu bara adalah salah satu dari komoditas ekspor Australia yang paling bernilai. Walaupun hampir tiga perempat ekspor batu bara Australia di lempar ke pasar Asia, batu bara Australia digunakan di seluruh dunia, termasuk Eropa, Amerika dan Afrika.

Perdagangan internasional batu bara kokas terbatas. Australia juga merupakan pemasok batu bara kokas terbesar, dengan jumlah ekspor dunia sebesar 51%. AS dan Kanada merupakan pengeksport yang penting dan Cina mulai menjadi pemasok penting. Harga batu bara kokas lebih tinggi daripada batu bara ketel uap, yang berarti Australia mampu untuk memperoleh tarif franco yang tinggi dalam mengeksport batu bara kokas ke seluruh dunia.

Jumlah Pembangkitan Listrik Dunia (% Berdasarkan Bahan Bakar, 2002)



Jumlah Pembangkitan Listrik Dunia (% berdasarkan Bahan Bakar, 2030)



Jaminan Energi

Menekan risiko berhentinya pasokan energi kita adalah hal yang semakin penting – apakah kekacauan tersebut disebabkan oleh kecelakaan, campur tangan politik, terorisme atau perselisihan kerja. Batu bara memainkan peran yang penting untuk dimainkan pada saat perhatian kita semakin meningkat kepada hal-hal yang berkaitan dengan keamanan energi.

Pasar global batu bara sangat besar dan berragam, dengan berbagai produsen dan konsumen di setiap benua. Pasokan batu bara tidak berasal dari satu daerah tertentu, yang dapat membuat konsumen bergantung pada keamanan pasokan dan stabilitas satu daerah saja. Batu bara tersebar di seluruh dunia dan diperdagangkan secara internasional.

Banyak negara yang mengandalkan pasokan batu bara domestik untuk kebutuhan energi mereka – seperti Cina, AS, India, Australia dan Afrika Selatan. Negara lain mengimpor batu bara dari berbagai negara: di tahun 2003 Inggris, misalnya, mengimpor batu bara dari Australia, Kolombia, Polandia, Rusia, Afrika Selatan, dan AS, serta sebagian kecil dari sejumlah negara lain dan dari pasokan dalam negerinya.

Oleh karena itu batu bara memiliki peran yang penting dalam memelihara keselamatan kombinasi energi dunia.

- >> Cadangan batu bara sangat banyak dan akan tersedia untuk masa depan yang sudah dapat diperkirakan tanpa menimbulkan masalah geopolitik atau keamanan.
- >> Batu bara tersedia dari berbagai sumber yang banyak pada pasar dunia yang terpasok dengan baik.
- >> Batu bara dapat dengan mudah disimpan di pembangkit-pembangkit listrik dan persediaannya dapat digunakan dalam keadaan darurat.
- >> Pembangkit listrik tenaga uap tidak tergantung pada cuaca dan dapat digunakan sebagai

pendukung pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga air.

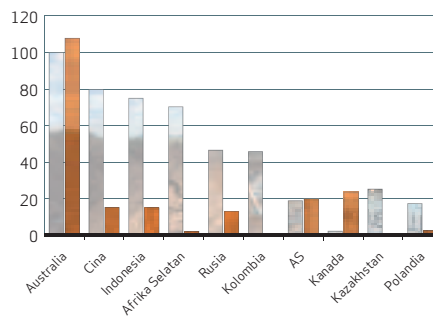
- >> Batu bara tidak memerlukan jaringan pipa dengan tekanan tinggi atau jalur pasokan khusus.
- >> Jalur pasokan batu bara tidak perlu penjagaan yang membutuhkan biaya yang tinggi.

Fitur-fitur tersebut membantu memfasilitasi pasar energi yang efisien dan bersaing serta membantu menstabilkan harga energi melalui persaingan antar bahan bakar.

Eksporter Batu Bara Utama, 2003 (Jt)

■ Uap
■ Kokas

Sumber: IEA 2004



BAGIAN 3 TAMAT



Menekan risiko terhentinya pasokan energi adalah hal yang lebih penting. Jalur pemasokan batu bara tidak perlu perlindungan dengan biaya tinggi. Foto pemberian CN.



Saat ini batu bara memasok listrik dunia sebesar 39%. Ketersediaan pasokan batu bara dengan biaya rendah sangat penting untuk memperoleh harga listrik yang tinggi di dunia. Foto pemberian Vattenfall.

BAGIAN 4

PENGGUNAAN BATU BARA

>> Batu bara memiliki berbagai penggunaan yang penting di seluruh dunia. Penggunaan yang paling penting adalah untuk membangkitkan tenaga listrik, produksi baja, pembuatan semen dan proses industri lainnya serta sebagai bahan bakar cair. >>

Definisi

Energi Utama / Primary Energy adalah seluruh energi yang dikonsumsi oleh pengguna akhir. Hal ini termasuk energi yang digunakan untuk pembangkit listrik tapi tidak termasuk listriknya sendiri.

Riwayat Penggunaan Batu Bara

Batu bara memiliki riwayat yang panjang dan beragam. Beberapa ahli sejarah yakin bahwa batu bara pertama kali digunakan secara komersial di Cina. Ada laporan yang menyatakan bahwa suatu tambang di timur laut Cina menyediakan batu bara untuk mencairkan tembaga dan untuk mencetak uang logam sekitar tahun 1000 Sebelum Masehi. Salah satu dari rujukan batu bara yang pertama kali diketahui dibuat oleh seorang filsuf dan ilmuwan Yunani Aristoteles, yang menyebutkan arang seperti batu. Abu batu bara yang ditemukan di reruntuhan bangsa Romawi di Inggris menunjukkan bahwa bangsa Romawi menggunakan batu bara sebagai sumber energi pada tahun 400 Sebelum Masehi. Catatan sejarah dari Abad Pertengahan memberikan bukti pertama penambangan batu bara di Eropa bahkan suatu perdagangan internasional batu bara laut dari lapisan batu bara yang terpapar di pantai Inggris dikumpulkan dan diekspor ke Belgia.

Selama Revolusi Industri pada abad 18 dan 19, kebutuhan akan batu bara amat mendesak. Penemuan besar mesin uap oleh James Watt, yang dipatenkan pada tahun 1769, sangat berperan dalam pertumbuhan penggunaan batu bara. Riwayat penambangan dan penggunaan batu bara tidak dapat dipungkiri berkaitan dengan Revolusi Industri – produksi besi dan baja, transportasi kereta api dan kapal uap.

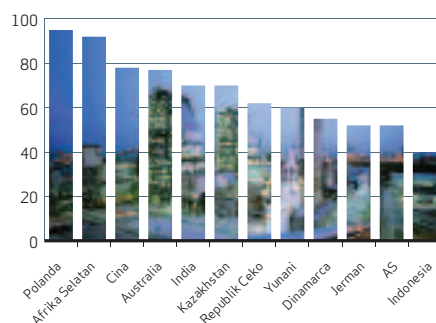
Batu bara juga digunakan untuk menghasilkan gas untuk lampu gas di banyak kota, yang disebut 'kota gas.' Proses pembentukan gas dengan menggunakan batu bara ini menunjukkan pertumbuhan lampu gas di sepanjang daerah metropolitan pada awal abad 19, terutama di London. Penggunaan gas yang dihasilkan batu bara untuk penerangan jalan akhirnya digantikan oleh munculnya zaman listrik modern.

Dengan perkembangan tenaga listrik pada abad 19, masa depan batu bara sangat terkait dengan pembangkit listrik tenaga uap. Pusat pembangkit listrik tenaga uap yang pertama yang dikembangkan oleh Thomas Edison, mulai dioperasikan di Kota New York pada tahun 1882, yang mencatu daya untuk lampu-lampu rumah.

Akhirnya pada tahun 1960-an, minyak akhirnya mengambil alih posisi batu bara sebagai sumber energi utama dengan pertumbuhan yang pesat di sektor transportasi. Batu bara masih memainkan peran yang penting dalam kombinasi energi utama dunia, dimana memberikan kontribusi sebesar 23.5% dari kebutuhan energi utama dunia pada tahun 2002, 39% dari kebutuhan listrik dunia, lebih dari dua kali lipat sumber daya terbesar berikutnya, dan masukan penting sebesar 64% dari produksi baja dunia.

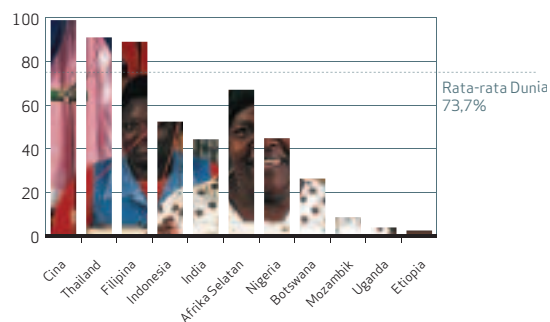
Persentase Listrik dengan pembangkit listrik tenaga uap di Negara Terpilih (kombinasi data tahun 2003 & 2002)

Sumber: IEA 2004



Tarif Listrik untuk Negara Berkembang Dunia Terpilih, 2002 (%)

Sumber: IEA 2004



Cara Mengubah Batu Bara Menjadi Listrik

Kehidupan moderen tidak bisa dibayangkan tanpa adanya listrik. Listrik menerangi rumah, gedung, jalanan, memanaskan rumah dan industri, serta menghidupkan sebagian besar peralatan yang digunakan di rumah, kantor dan mesin-mesin di pabrik. Meningkatkan akses ke listrik di seluruh dunia merupakan faktor kunci dalam mengentaskan kemiskinan. Cukup mengejutkan untuk dibayangkan bahwa 1,6 milyar orang di dunia, atau 27% dari seluruh penduduk dunia, tidak memiliki listrik.

Batu bara ketel uap, juga disebut batu bara termal, digunakan di pembangkit listrik untuk mengalirkan listrik. Pembangkit listrik konvensional yang pertama menggunakan batu bara bongkahan yang dibakar diatas rangka bakar dalam ketel untuk menghasilkan uap. Kini, batu bara digiling dahulu menjadi bubuk halus, yang meningkatkan area permukaan dan memungkinkan untuk terbakar secara lebih cepat. Dalam sistem pulverised coal combustion (PCC – pembakaran serbuk batu bara) ini, serbuk batu bara ditiupkan ke dalam ruang bakar ketel dan serbuk batu bara tersebut di bakar pada suhu yang tinggi. Gas panas dan energi panas yang dihasilkan mengubah air – dalam tabung-tabung ketel – menjadi uap.

Uap tekanan tinggi disalurkan ke dalam suatu turbin yang memiliki ribuan bilah baling-baling. Uap mendorong bilah-bilah tersebut sehingga poros turbin berputar dengan kecepatan yang tinggi. Satu pembangkit listrik terpasang di salah satu ujung poros turbin dan terdiri dari kumparan kabel terbuka. Listrik dihasilkan pada saat kumparan tersebut berputar dengan cepat dalam suatu medan magnetik yang kuat. Setelah melewati turbin, uap menjadi terkondensasi dan kembali ke ketel untuk dipanaskan sekali lagi (lihat diagram pada halaman 21).

Listrik yang dihasilkan ditransformasikan ke tegangan yang lebih tinggi – mencapai 400000 volt – yang digunakan transmisi ekonomis yang efisien

melalui jaringan pengantar arus kuat. Pada saat mendekati titik konsumsi, seperti rumah kita, tegangan listrik diturunkan ke sistem tegangan yang lebih aman 100- 250 volt sebagaimana yang digunakan pada pasar domestik.

Teknologi PCC yang moderen sudah berkembang dengan baik dan memberikan kontribusi pada 90% dari kapasitas listrik yang dibangkitkan oleh batu bara di seluruh dunia. Pengembangan terus dilakukan pada rancangan pembangkit listrik PCC konvensional dan teknik pembakaran baru sedang dikembangkan. Perkembangan tersebut memungkinkan produksi listrik yang lebih banyak dengan menggunakan batu bara yang lebih sedikit – hal ini dikenal sebagai meningkatkan efisiensi termal dari pembangkit listrik. Rincian lebih lanjut dari teknologi tersebut dan cara teknologi tersebut meningkatkan kinerja lingkungan dari pembangkit listrik tenaga uap dapat ditemukan pada Bagian 5.

Pentingnya Listrik Dunia

Akses ke energi, terutama listrik merupakan daya pendorong dari perkembangan ekonomi dan sosial. Akses yang dapat diandalkan dan dapat diperoleh kepada listrik penting untuk meningkatkan kesehatan masyarakat, memberikan informasi moderen dan layanan pendidikan, serta menghemat orang dalam melakukan pekerjaan mencari nafkah seperti mengumpulkan bahan bakar. Sekitar 2,4 milyar orang mengandalkan bahan bakar bio massa primitif – seperti kayu, pupuk hewan dan residu tumbuhan – untuk masak dan pemanas.

Meningkatkan akses untuk menggunakan listrik dan menghentikan pembakaran bahan bakar dalam rumah dapat menyebabkan dampak kesehatan yang penting. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa asap yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar padat di dalam ruangan menyebabkan kematian 1,6 juta orang setiap tahun di negara miskin di dunia.

Meningkatkan akses ke energi juga mendukung perkembangan ekonomi:

Lima Produsen Batu Bara Kokas Teratas (Jt)

Cina	159
Australia	112
Rusia	55
USA	40
Kanada	23

Sumber: IEA 2004

Produksi Baja Mentah Dunia (Jt)

1970	595
1975	644
1980	717
1985	719
1990	770
1995	752
1996	750
1997	799
1998	777
1999	789
2000	848
2001	850
2002	902
2003	965

Sumber: IISI

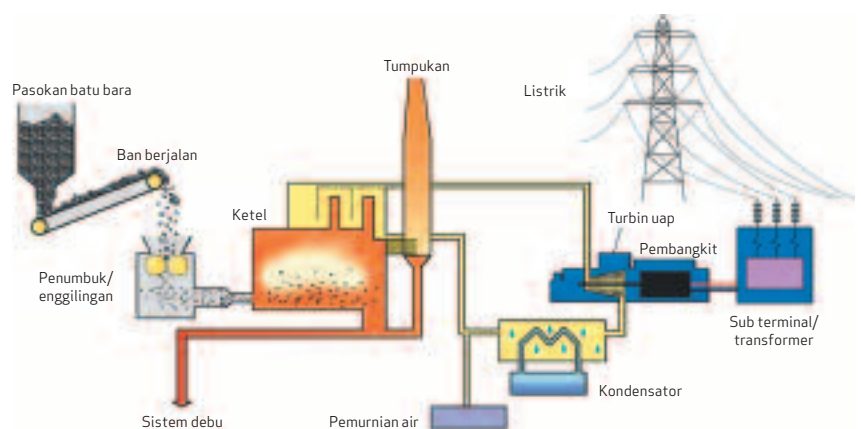
>> Pekerja yang sebelumnya harus mengumpulkan bahan bakar dapat bebas melakukan kegiatan yang lebih produktif seperti dalam industri pertanian dan pabrik. Kegiatan tersebut meningkatkan pendapatan rumah tangga, pasokan tenaga kerja dan kapasitas produksi dari perkembangan ekonomi.

>> Pengumpulan bio massa yang intensif untuk bahan bakar konsumsi rumah tangga dalam banyak hal menurunkan produktivitas lahan pertanian – melalui penggundulan (dengan memotong pohon-pohon) atau melalui penghilangan lahan subur (dengan mengumpulkan kotoran hewan).

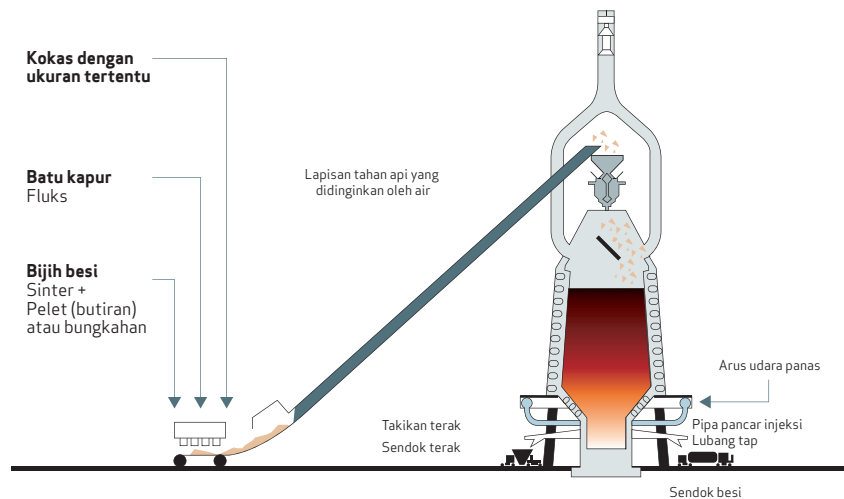
>> Pembakaran yang tidak efisien dari bahan bakar non konvensional, terutama dari dalam rumah yang tidak memiliki cerobong asap, dapat menimbulkan komplikasi kesehatan. Membuat rumah tangga menggunakan sumber daya energi moderen akan meningkatkan kesehatan dan produktivitas.

>> Pengadaan listrik untuk rumah tangga berguna untuk penggunaan alat-alat modern – seperti mesin cuci – dan penerangan yang akan meningkatkan produktivitas industri kecil dan waktu senggang.

Mengubah Batu Bara Menjadi Listrik



Penggunaan Batu Bara dalam Produksi Baja



Saat ini batu bara memberikan pasokan sebesar 39% bagi listrik dunia. Di banyak negara, peran batu bara jauh lebih tinggi. Ketersediaan pasokan batu bara dengan biaya rendah baik di negara maju maupun di negara berkembang sangat vital untuk mendapatkan tingkat pemasangan listrik yang tinggi. Contohnya di Cina, 700 juta orang telah memiliki sistem listrik selama lebih dari 15 tahun yang lalu. Kini 99% dari negara tersebut telah memiliki sambungan listrik, dimana sekitar 77% dari listrik tersebut dihasilkan oleh pusat pembangkit listrik tenaga uap.

Batu Bara dalam Produksi Besi dan Baja

Baja penting untuk kehidupan sehari-hari – contohnya mobil, kereta api, bangunan, kapal, jembatan, lemari pendingin, peralatan medis dimana semuanya dibuat dengan menggunakan baja. Baja merupakan unsur vital untuk mesin-mesin yang membuat hampir setiap produk yang saat ini kita gunakan.

Batu bara penting bagi produksi besi dan baja; sekitar 64% dari produksi baja di seluruh dunia berasal dari besi yang dibuat di tanur tiup yang

menggunakan batu bara. Produksi baja mentah dunia berjumlah 965 juta ton pada tahun 2003, menggunakan batu bara sekitar 543 Jt.

Bahan Mentah

Suatu tanur tiup menggunakan bijih besi, kokas (dibuat dari batu bara kokas khusus) dan sedikit batu gamping. Beberapa tanur menggunakan batu bara ketel uap yang lebih murah – disebut pulverised coal injection (PCI – injeksi serbuk batu bara) – untuk menghemat biaya.

Bijih besi adalah mineral yang mengandung oksida besi. Bijih besi komersial biasanya memiliki kandungan besi setidaknya 58%. Bijih besi ditambang di sekitar 50 negara – tujuh negara penghasil bijih besi terbesar memberikan kontribusi sekitar 75% dari produksi dunia. Sekitar 98% bijih besi digunakan dalam pembuatan baja.

Kokas terbuat dari batu bara kokas, yang memiliki kandungan fisika tertentu yang membuat batu bara menjadi lembut, mencair dan kemudian membeku kembali menjadi bongkahan keras namun berpori pada saat dipanaskan tanpa udara. Batu

bara kokas harus selalu memiliki kandungan sulfur dan fosfor yang rendah dan karena batu bara kokas relatif langka, maka harganya lebih mahal daripada batu bara ketel uap yang digunakan pada pembangkit listrik.

Batu bara kokas diancurkan dan dicuci. Kemudian batu bara kokas 'dimurnikan' atau 'dikarbonisasikan' dalam sejumlah tungku kokas yang disebut baterai. Selama proses ini, hasil-hasil sampingan dibuang dan kokas diproduksi.

Tanur Tiup

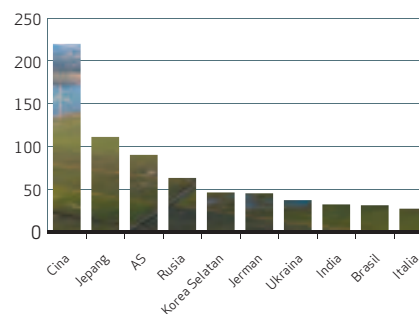
Bahan mentah – bijih besi, kokas dan fluks (mineral-mineral seperti batu gamping yang digunakan untuk menarik bahan-bahan campuran) – dimasukkan pada bagian atas tanur tiup. Udara dipanaskan sampai sekitar 1200°C dan dihembuskan ke dalam tanur melalui pipa yang berada di bagian bawah. Udara membuat kokas terbakar sehingga menghasilkan karbon monoksida yang menimbulkan reaksi kimia. Bijih besi dikurangi untuk meleburkan besi dengan mengeluarkan oksigen. Keras di bagian dasar tanur dibuka secara berkala dan besi lebur serta terak logam dikeringkan.

Pada suatu basic oxygen furnace (BOF – Tanur oksigen dasar) dimasukkan potongan baja dan batu gamping yang lebih banyak dan oksigen murni 99% ditiupkan pada campuran tersebut. Reaksi dengan oksigen menaikkan suhu sampai 1700°C, mengoksidasi bahan-bahan campuran, dan meninggalkan baja cair yang hampir murni. Sekitar 0,63 ton (630 kg) kokas akan menghasilkan 1 ton (1000 kg) baja.

Saat ini, basic oxygen furnace memproduksi sekitar 64% dari baja dunia. Sekitar 33% baja diproduksi dalam electric arc furnace (EAF – tanur busur cahaya). EAF digunakan untuk menghasilkan baja baru dari potongan-potongan logam. Jika baja potongan telah tersedia, maka metode ini lebih murah daripada tanur tiup konvensional. Electric arc furnace mendapat daya dari baja potongan dan besi. Elektroda dipasang pada tanur dan pada saat listrik

Sepuluh Negara Teratas Penghasil Baja, 2003 (Jt)

Sumber: IISI



dialirkan, maka elektroda tersebut akan menghasilkan busur listrik. Energi yang diperoleh dari busur tersebut akan menaikkan suhu sampai 1600°C, yang melelehkan potongan-potongan baja dan menghasilkan baja lebur. Listrik yang digunakan pada EAF banyak yang dihasilkan oleh Batu bara.

Perkembangan dalam industri baja memungkinkan untuk menggunakan teknologi 'injeksi bubuk batu bara'. Teknologi demikian memungkinkan batu bara untuk langsung diinjeksikan ke dalam tanur tiup. Berbagai ragam batu bara, termasuk batu bara ketel uap dapat dalam PCI.

Baja dapat didaur ulang 100%, dimana sekitar 383 Jt dari baja daur ulang digunakan pada tahun 2003 dan sekitar 400 Jt digunakan pada tahun 2004. Proses BOF menggunakan baja daur ulang sebanyak 30% dan sekitar 90-100% digunakan dalam produksi EAF. Hasil-hasil sampingan dari pembuatan besi dan baja juga bisa didaur ulang – kerak logam misalnya, dapat dipadatkan, dihancurkan dan digunakan dalam adukan tanah, permukaan jalan dan semen.

Pencairan Batu Bara

Di sejumlah negara, batu bara dikonversikan menjadi bahan bakar cair – suatu proses yang disebut pelarutan. Bahan bakar cair dapat disuling untuk

menghasilkan bahan bakar pengangkut dan produk-produk minyak lainnya seperti plastik dan bahan pelarut. Ada dua metode pelarutan utama:

- >> pencairan batu bara langsung – dimana batu bara dikonversikan menjadi bahan bakar cair dalam suatu proses tunggal;
- >> pencairan batu bara tidak langsung – dimana batu bara dijadikan gas kemudian dikonversikan menjadi zat cair.

Dalam cara ini, batu bara dapat bertindak sebagai pengganti minyak mentah, peran berharga di dunia yang semakin memperhatikan masalah keamanan energi. Keefektifan biaya dari pencairan batu bara sangat tergantung pada harga minyak dunia dengan apa pencairan batu bara di ekonomi pasar terbuka harus bersaing. Jika harga minyak tinggi, pencairan batu bara menjadi semakin bersaing.

Ada kejadian di masa lalu dimana isolasi suatu negara dari sumber daya yang dapat diandalkan dan aman dari minyak mentah telah membuat produksi bahan bakar cair dari batu bara secara besar-besaran. Jerman memproduksi bahan bakar dari batu bara dalam jumlah yang besar selama Perang Dunia II, sebagaimana embargo terhadap Afrika Selatan selama pertengahan tahun 1950-an dan 1980-an. Sampai saat ini, Afrika Selatan terus memproduksi bahan bakar cair dalam jumlah besar.

Satu-satunya proses pencairan batu bara dalam skala komersial yang dilakukan di dunia adalah proses Sasol (Fischer-Tropsch) tidak langsung. Dalam hal teknologi pencairan batu bara di dunia, Afrika Selatan merupakan nomor satu – paling banyak terlihat pada Penelitian dan Pengembangan (Litbang) dalam pencairan batu bara tidak langsung dan saat ini memasok sekitar sepertiga dari kebutuhan bahan bakar dalam negerinya yang berasal dari batu bara. Cina juga mengalami pertumbuhan dalam hal pencairan batu bara sebagai cara menggunakan cadangan batu bara yang berlimpah dan mengurangi ketergantungan pada minyak impor.

Batu Bara & Semen

Semen sangat penting untuk industri konstruksi – dicampur dengan air, dan kerikil akan menjadi beton, unsur bangunan dasar dalam masyarakat moderen. Lebih dari 1350 juta ton semen digunakan di dunia setiap tahun.

Semen terbuat dari campuran kalsium karbonat (umumnya dalam bentuk batu gamping), silika, oksida besi dan alumina. Suatu oven suhu tinggi, seringkali menggunakan batu bara sebagai bahan bakar, memanaskan bahan mentah menjadi senyawa parsial pada suhu 1450°C, dan mengubah senyawa tersebut secara kimiawi dan fisika menjadi zat yang disebut batu klinker. Material seperti batu koral abu-abu ini terdiri dari senyawa khusus yang memberikan kandungan pengikat pada semen. Batu klinker dicampur dengan gipsium dan tanah sampai menjadi bubuk halus untuk membuat semen.

Batu bara digunakan sebagai sumber energi dalam produksi semen. Energi yang dibutuhkan untuk memproduksi semen sangat besar. Oven biasanya membakar batu bara dalam bentuk bubuk dan membutuhkan batu bara sebanyak 450g untuk menghasilkan semen sebanyak 900g. Batu bara mungkin akan tetap menjadi masukan penting untuk industri semen dunia di tahun-tahun yang mendatang.

Coal combustion products (CCP – produk-produk pembakaran batu bara) juga memainkan peran yang penting dalam produksi beton. CCP merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara pada pusat pembangkit listrik tenaga uap. Hasil-hasil sampingan tersebut termasuk abu arang batu, abu dasar, kerak ketel dan gipsium desulfurisasi gas pembakaran. Abu arang batu misalnya, dapat digunakan untuk mengganti atau menambah semen dalam pembuatan beton. Dalam cara demikian, produk-produk pembakaran batu bara daur ulang menguntungkan bagi lingkungan hidup, yang bertindak sebagai pengganti bahan mentah utama.

Fungsi Lain dari Batu Bara

Pengguna batu bara yang penting lainnya mencakup pusat pengolahan alumina, pabrik kertas, dan industri kimia serta farmasi. Beberapa produk kimia dapat diproduksi dari hasil-hasil sampingan batu bara. Ter batu bara yang dimurnikan digunakan dalam pembuatan bahan kimia seperti minyak kreosot, naftalen, fenol dan benzene. Gas amoniak yang diambil dari tungku kokas digunakan untuk membuat garam amoniak, asam nitrat dan pupuk tanaman. Ribuan produk yang berbeda memiliki komponen batu bara atau hasil sampingan batu bara: sabun, aspirin, zat pelarut, pewarna, plastik dan fiber, seperti rayon dan nylon.

Batu bara juga merupakan suatu bahan yang penting dalam pembuatan produk-produk tertentu:

- >> Karbon teraktivasi – digunakan pada saringan air dan pembersih udara serta mesin pencuci darah.
- >> Serat karbon – bahan pengeras yang sangat kuat namun ringan yang digunakan pada konstruksi, sepeda gunung dan raket tenis.
- >> Metal silikon – digunakan untuk memproduksi silikon dan silan, yang pada gilirannya digunakan untuk membuat pelumas, bahan kedap air, resin, kosmetik, shampo dan pasta gigi.



Teknologi terus dikembangkan untuk meningkatkan kinerja lingkungan pembangkit listrik tenaga uap – pembangkit listrik tenaga uap Nordjyllandsværket di Denmark memiliki tingkat efisiensi sebesar 47%. Foto pemberian Elsam. Juru Foto Gert Jensen.



Tambang batu bara Ulan di Australia termasuk Bobadeen Irrigation Scheme yang inovatif, yang menggunakan kelebihan air tambang untuk mengairi lahan seluas 242 hektar yang khusus ditanami rumput yang tahan lama dan dipelihara dengan tingkat uang optimal dengan berternak sapi. Foto dari Xstrata Coal.

BAGIAN 5

BATU BARA & LINGKUNGAN HIDUP

>> Konsumsi energi kita dapat memiliki dampak penting terhadap lingkungan hidup. Menekan dampak negatif dari kegiatan manusia terhadap lingkungan hidup – termasuk penggunaan energi – merupakan prioritas global. >>

Namun demikian, penting untuk menjaga keseimbangan antara perhatian terhadap lingkungan dan prioritas pembangunan ekonomi dan sosial. 'Pembangunan berkelanjutan' menggabungkan tiga hal dan didefinisikan sebagai: "...pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengkompromikan kemampuan dari generasi penerus untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri".

Sementara batu bara memberikan kontribusi yang penting bagi perkembangan ekonomi dan sosial di seluruh dunia, dampak terhadap lingkungan hidup merupakan suatu masalah.

Tambang Batu Bara & Lingkungan Hidup

Tambang batu bara – terutama tambang terbuka – memerlukan lahan yang luas untuk diganggu sementara. Hal tersebut menimbulkan permasalahan lingkungan hidup, termasuk erosi tanah, polusi debu, suara dan air, serta dampak terhadap keanekaragaman hayati setempat. Tindakan-tindakan dilakukan dalam operasi tambang modern untuk menekan dampak-dampak tersebut. Perencanaan dan pengelolaan lingkungan yang baik akan menekan dampak pertambangan terhadap lingkungan hidup dan membantu melestarikan keanekaragaman hayati.

Gangguan Lahan

Dalam praktek yang terbaik, kajian-kajian lingkungan hidup sekitarnya dilaksanakan beberapa tahun

sebelum suatu tambang batu bara dibuka untuk menentukan kondisi yang ada dan untuk mengidentifikasi kepekaan dan masalah-masalah yang mungkin akan timbul. Kajian-kajian tersebut mempelajari dampak pertambangan terhadap air permukaan dan air tanah, tanah dan tata guna lahan setempat, tumbuhan alam serta populasi fauna (lihat kajian kasus koala pada halaman 30). Simulasi komputer dapat dilakukan untuk melihat dampak-dampak terhadap lingkungan hidup setempat. Temuan-temuan tersebut kemudian dikaji sebagai bagian dari proses yang mengarah kepada pemberian izin pertambangan oleh pihak yang berwenang.

Amblesan Tambang

Masalah yang terkait dengan tambang batu bara bawah tanah adalah amblesan, dimana permukaan tanah ambles sebagai akibat dari ditambangnya batu bara di bawahnya. Setiap kegiatan tata guna lahan yang dapat menghadapkan harta benda pribadi atau harta milik sendiri atau bentang alam yang bernilai pada suatu risiko jelas merupakan suatu masalah.

Suatu pemahaman menyeluruh dari pola penghidupan di suatu daerah memungkinkan untuk mengukur pengaruh dari tambang bawah tanah terhadap permukaan tanah. Hal ini memastikan pengambilan sumber daya batu bara sebanyak-banyaknya secara aman sementara melindungi penggunaan lahan lainnya.



Tambang Moura adalah tambang pertama di Australia yang menjadikan gas metana tambang batu bara sebagai bisnis komersial disamping kegiatan pertambangan batu baranya sendiri. Proyek tersebut memiliki potensi untuk membuat seluruh penghematan emisi GHG ekuivalen dengan 2,8 juta ton CO₂ per tahun. Foto pemberian Anglo Coal Australia.

Pencemaran Air

Acid mine drainage (AMD – drainage tambang asam) adalah air yang mengandung logam yang terbentuk dari reaksi kimia antara air dan batuan yang mengandung mineral belerang. Limpasan yang terbentuk biasanya mengandung asam dan seringkali berasal dari daerah dimana bijih – atau kegiatan tambang batubara telah membuka batuan yang mengandung pirit, mineral yang mengandung belerang. Meskipun demikian, drainase yang mengandung logam juga bisa terjadi di daerah yang mengandung mineral yang belum ditambang.

AMD terbentuk pada saat pirit bereaksi terhadap udara dan air untuk membentuk asam belerang dan besi terlarutkan. Limpasan asam tersebut melarutkan logam-logam berat seperti tembaga, timbal dan merkuri ke dalam air tanah dan air permukaan.

Ada metode pengelolaan tambang yang dapat menekan masalah AMD, dan sesain tambang yang efektif dapat melindungi air dari material yang mengandung asam serta membantu mencegah terjadinya AMD. AMD dapat diolah secara pasif atau aktif. Pengolahan aktif termasuk mendirikan pabrik pengolahan air dimana AMD diberikan kapur untuk menetralkan asam dan kemudian dialirkan ke tangki pengendapan untuk membuang sedimen dan partikel-partikel logam. Pengolahan pasif

dimaksudkan untuk mengembangkan sistem yang beroperasi sendiri yang dapat mengolah efluen tanpa ada campur tangan manusia yang konstan.

Polusi Debu & Suara

Selama operasi pertambangan, dampak polusi udara dan suara terhadap para pekerja dan masyarakat setempat dapat ditekan dengan teknik-teknik perencanaan tambang modern dan peralatan khusus. Selama operasi pertambangan debu dapat ditimbulkan oleh truk-truk yang berjalan diatas jalan yang tidak diaspal, operasi pemecahan batu bara, operasi pengeboran dan peniupan angin di daerah yang terganggu oleh pertambangan.

Debu bisa dikendalikan dengan menyiramkan air ke jalanan, tumpukan batu bara atau ban berjalan. Tindakan-tindakan lain juga bisa dilakukan termasuk memasang sistem pengumpulan debu pada mata bor dan membeli lahan tambahan di sekitar tambang untuk dijadikan zona penyangga antara tambang dan daerah sekitarnya. Pepohonan yang ditanam di zona penyangga tersebut juga bisa menekan dampak pandangan dari operasi penambangan terhadap masyarakat setempat. Kebisingan bisa dikendalikan dengan melakukan pemilihan peralatan dan penyekatan secara hati-hati serta keterpaparan suara di sekitar mesin. Dalam praktek yang terbaik, setiap tapak harus terpasang peralatan pemantauan kebisingan dan getaran sehingga tingkat kebisingan dapat diukur untuk memastikan bahwa tambang berada dalam batas yang telah ditentukan.

Rehabilitasi

Tambang batu bara hanya menggunakan lahan untuk sementara waktu, sehingga penting dilakukan rehabilitasi lahan segera setelah kegiatan penambangan dihentikan. Dalam praktek yang terbaik, rencana rehabilitasi atau reklamasi rinci dirancang dan disetujui untuk setiap tambang batu bara, sejak awal kegiatan penambangan sampai kegiatan penambangan tersebut selesai. Reklamasi lahan merupakan satu kesatuan dari kegiatan pertambangan moderen di seluruh dunia dan biaya rehabilitasi lahan segera setelah penambangan

dihentikan dibebankan pada biaya operasi penambangan.

Kegiatan reklamasi tambang dilaksanakan secara bertahap – pembentukan dan pembentukan kontur tanah galian, penggantian tanah penutup, pembibitan dengan rumput dan penanaman pohon pada daerah yang ditambang. Perhatian diberikan untuk merelokasikan aliran sungai, margasatwa dan sumber daya berharga lainnya.

Lahan yang direklamasi dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk pertanian, kehutanan, habitat margasatwa dan rekreasi.

Menggunakan Gas Metana dari Tambang Batu Bara

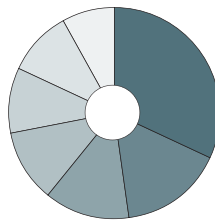
Metana (CH₄) adalah gas yang terbentuk sebagai bagian dari proses pembentukan batu bara. Gas tersebut keluar dari lapisan batu bara dan di sekitar strata yang terganggu selama kegiatan penambangan.

Gas metana adalah gas rumah kaca yang potensial – diperkirakan memberikan kontribusi sebesar 18% dari seluruh pengaruh pemanasan global yang timbul dari kegiatan manusia (CO₂ diperkirakan memberikan kontribusi sebesar 50%). Sementara batu bara bukan satu-satunya sumber daya yang mengeluarkan gas metana – produksi beras di sawah basah dan kegiatan lainnya merupakan emiten utama – metana dari lapisan batu bara dapat digunakan daripada dilepaskan ke atmosfer dengan manfaat lingkungan hidup yang penting.

Coal mine methane (CMM – metana tambang batubara) adalah metana yang disebarkan oleh lapisan batu bara selama penambangan batu bara. Coalbed methane (CBM – Metana Lapisan Batu Bara) adalah gas metana yang terperangkap pada lapisan batu bara yang tidak atau tidak akan ditambang.

Gas metana sangat mudah meledak dan harus dikeringkan selama kegiatan penambangan untuk menjaga keamanan kondisi kerja. Pada tambang bawah tanah yang aktif, sistem ventilasi berskala

Sumber Utama Emisi Metana



■ Ternak	32%
■ Minyak dan Gas Alam	16%
■ Limbah Padat	13%
■ Beras	11%
■ Air Limbah	10%
■ Lain-lain	10%
■ Batu Bara	8%

Sumber: US EPA

besar memindahkan udara dalam kuantitas yang besar melalui tambang untuk menjaga tambang agar tetap aman namun juga mengemisi gas metana dalam konsentrasi yang sangat kecil ke atmosfer. Beberapa tambang aktif dan tua menghasilkan gas metana melalui sistem degasifikasi, juga dikenal sebagai sistem drainase gas yang menggunakan sumur-sumur untuk mendapatkan gas metana.

Selain meningkatkan keselamatan pada tambang batu bara, penggunaan CMM meningkatkan kinerja lingkungan hidup dari suatu kegiatan penambangan batu bara dan dapat memiliki manfaat komersial. Gas metana tambang batu bara memiliki berbagai kegunaan, termasuk produksi listrik di tapak dan di luar tapak, penggunaan dalam proses industri dan sebagai bahan bakar untuk menghidupkan ketel.

Metana lapisan batu bara dapat diambil dengan melakukan pengeboran ke dalam dan memecahkan secara mekanis lapisan batu bara yang belum diolah. Sementara CBM digunakan, batu baranya sendiri belum ditambang.

Penggunaan Batu Bara & Lingkungan Hidup

Konsumsi energi global meningkatkan sejumlah masalah lingkungan hidup. Untuk batu bara, timbulnya polutan, seperti oksida belerang dan nitrogen (SO_x dan NO_x), serta partikel dan unsur penelusuran, seperti merkuri, merupakan suatu masalah. Teknologi telah dikembangkan dan dikerahkan untuk menekan emisi-emisi tersebut.



PENGELOLAAN LINGKUNGAN

KOALA VENTURE

Pengelolaan lingkungan dan rehabilitasi pada tambang batu bara tidak hanya sekedar melindungi tumbuhan alam – termasuk juga melindungi margasatwa di sekitar lokasi tambang. Di tambang batu bara terbuka Blair Athol, Queensland, Australia, ini berarti mengurus populasi koala.

Proyek Koala Venture yang merupakan kerja sama antara Rio Tinto Coal Australia – operator tambang – dan University of Queensland dimulai pada saat manajemen tambang menghubungi University of Queensland untuk minta bantuan mengatasi dampak kegiatan pertambangannya di koloni koala.

Proyek ini bertujuan untuk untuk

mengelola populasi koala, keamanan dan keselamatan mereka di daerah tambang Blair Athol dan daerah-daerah sekitarnya. Kebiasaan makan dan tidur koala di monitor untuk meningkatkan kegiatan-kegiatan rehabilitasi sementara keadaan kesehatan dan reproduksi mereka di pelajari untuk memastikan bahwa populasi koala terpelihara.

Untuk meningkatkan kegiatan di tambang terbuka, maka tanaman dan habitat koala harus dibebaskan. Prosedur pemotongan tanaman dua tahap digunakan untuk menekan gangguan terhadap koala. Proses ini termasuk membiarkan beberapa pohon yang biasa digunakan koala selama beberapa bulan sementara memindahkan yang lain. Riset

menunjukkan bahwa koala kemudian pindah secara sukarela ke daerah yang sudah direhabilitasi yang ada pohon yang mereka inginkan atau ke daerah sekitarnya yang belum terganggu. Koala Venture adalah studi yang pertama yang pernah dilakukan tentang ekologi penangkaran koala dari kelas bebas dengan menggunakan pengujian DNA dan membuat beberapa tembusan penting tentang pemahaman bagaimana koala dibiakkan.

Informasi yang dikumpulkan di tambang Blair Athol dimasukkan ke National Strategy for the Conservation of the Koala in Australia.

Untuk informasi lebih lanjut tentang Koala Venture silakan kunjungi www.koalaventure.com

Msalah yang paling baru adalah emisi karbon dioksida (CO₂). Lepasannya CO₂ ke atmosfer dari kegiatan manusia – seringkali disebut emisi antropogenik – memiliki keterkaitan dengan pemanasan global. Pembakaran bahan bakar fosil adalah sumber utama dari emisi antropogenik di seluruh dunia. Sementara penggunaan minyak dalam sektor transportasi merupakan sumber utama dari emisi CO₂ yang terkait dengan energi, Batu bara juga merupakan sumber yang penting. Akibatnya, industri telah melakukan penelitian dan pengembangan opsi teknologi untuk memenuhi masalah lingkungan hidup baru ini.

Jawaban Teknologi

Clean coal technology (CCT – teknologi batu bara bersih) merupakan kisaran dari opsi teknologi yang mampu meningkatkan kinerja lingkungan batu bara. Teknologi tersebut mengurangi emisi, mengurangi limbah dan meningkatkan jumlah energi yang diperoleh dari setiap ton batu bara.

Teknologi yang berbeda sesuai dengan berbagai jenis batu bara dan menyelesaikan berbagai masalah lingkungan hidup. Pemilihan teknologi juga tergantung pada tingkat pertumbuhan ekonomi suatu negara. Teknologi yang lebih mahal dan sangat maju mungkin tidak sesuai untuk diterapkan di negara berkembang, contohnya, dimana opsi yang lebih murah dan tersedia dana memberikan manfaat lingkungan hidup yang lebih luar dan lebih terjangkau.

Mengurangi Emisi Partikel-partikel Halus

Emisi partikel-partikel halus, seperti abu, telah menjadi salah satu efek sampingan yang lebih nyata dari pembakaran batu bara di masa lalu. Partikel-partikel halus dapat mempengaruhi pandangan, menyebabkan masalah debu dan mempengaruhi sistem pernafasan. Sudah ada teknologi untuk mengurangi dan dalam beberapa hal hampir mengeliminasi emisi partikel-partikel kecil.

Pembersihan Batu Bara

Pembersihan batu bara, juga dikenal sebagai

pengolahan batu bara, meningkatkan nilai pemanasan dan mutu batu bara dengan menurunkan kadar belerang dan mineral (lihat Bagian 2 untuk uraian teknik pengolahan batu bara). Kandungan abu batu bara dapat dikurangi sampai lebih dari 50%, membantu mengurangi limbah dari pembakaran batu bara. Ini terutama berguna di negara-negara dimana batu bara diangkut dalam jarak yang jauh sebelum digunakan karena tindakan ini menghemat pengangkutan dengan membuang sebagian besar material yang tidak terbakar. Pembersihan batu bara juga akan meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga uap yang mengarah ke pengurangan emisi karbon dioksida.

Alat Curah Elektrostatis dan Filter Kain

Partikel-partikel halus sisa pembakaran batu bara dapat dikendalikan oleh alat curah elektrostatis (ESP – electrostatic precipitators) dan filter kain. Alat curah elektrostatis dan filter kain dapat menghilangkan 99,5% emisi partikel-partikel halus dan sangat banyak digunakan di negara-negara berkembang dan negara-negara maju. Pada alat curah elektrostatis, gas pembakaran yang bermuatan partikel halus melewati pelat kondensor, dimana suatu medan listrik memberikan muatan pada partikel-partikel tersebut. Medan listrik tersebut menarik partikel-partikel ke arah pelat kondensor tempat partikel-partikel tersebut berakumulasi dan dapat dibuang.

Filter kain, juga disebut ‘rumah kantong’ merupakan suatu pendekatan alternatif dan mengumpulkan partikel-partikel dari gas pembakaran pada kain dengan tenunan yang rapat terutama dengan pengayakan.

Penggunaan peralatan pengendali partikel halus memiliki dampak utama pada kinerja lingkungan hidup dari pusat pembangkit listrik tenaga uap. Pada pusat pembangkit listrik Lethabo di Afrika Selatan, alat curah elektrostatis membuang 99,8% debu terbang, sebagian dijual kepada industri semen. Bagi Eskom, operator pusat pembangkit listrik tersebut, penggunaan ESP memiliki dampak

Definisi

Karbon dioksida tidak berwarna, tidak berbau, gas yang tidak bisa terbakar dan terbentuk selama proses pembusukan, pembakaran dan respirasi.

pembangkit listrik tenaga uap berkurang sebesar 61% antara tahun 1800 dan 2000 – walaupun penggunaan batu bara oleh berbagai utilitas meningkat sebesar 74%.

Oksida nitrogen dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan kabut serta hujan asam. Emisi NO_x dari pembakaran batu bara dapat dikurangi dengan menggunakan pembakar 'NO_x rendah', memperbaiki rancangan pembakar dan menerapkan teknologi yang mengolah NO_x pada aliran gas buang. Teknologi Selective Catalytic Reduction (SCR – pengurangan katalitis terpilih) dan selective non-catalytic reduction (SNCR – pengurangan non-katalitis terpilih) dapat mengurangi emisi NO_x sekitar 80-90% dengan mengolah NO_x paska pembakaran.

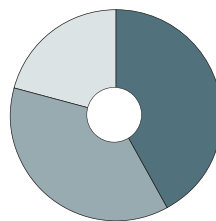
Fluidised Bed Combustion (FBC – pembakaran lapisan terfluidisasi) adalah suatu pendekatan teknologi maju yang efisien untuk mengurangi emisi NO_x maupun SO_x. FBC mampu untuk mengurangi sebanyak 90% atau lebih. Pada sistem FBC, batu bara dibakar pada lapisan partikel yang dipanaskan tersuspensi di udara yang mengalir. Pada kecepatan udara yang tinggi, lapisan bertindak sebagai cairan yang menghasilkan pencampuran cepat dari partikel-partikel. Kegiatan pencairan tersebut memungkinkan untuk melakukan pembakaran batu bara pada suhu yang relatif rendah.

Mengurangi Emisi Karbon Dioksida

Masalah lingkungan hidup yang utama yang dialami oleh dunia saat ini adalah risiko terjadinya 'pemanasan global'.

Gas-gas yang terjadi secara alami di atmosfer membantu mengatur suhu bumi dengan menangkap radiasi lain – ini dikenal sebagai efek rumah kaca (lihat diagram pada halaman 36). Kegiatan-kegiatan manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, menghasilkan gas-gas rumah kaca (GHG – Greenhouse Gases) yang berakumulasi di atmosfer. Para ilmuwan yakin bahwa pembentukan gas tersebut menyebabkan pengaruh rumah kaca yang

Emisi CO₂ dari bahan bakar fosil



Minyak	41%
Batu bara	38%
Gas	21%

Sumber: IEA 2004

ditingkatkan yang dapat menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim.

Gas-gas rumah kaca utama mencakup uap air, karbon dioksida, metana, oksida zat nitro, hidrofluorokarbon, perfluorokarbon dan heksafluorida belerang.

Batu bara adalah salah satu sumber emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh kegiatan-kegiatan manusia dan industri memiliki komitmen untuk menekan emisinya.

Gas rumah kaca yang terkait dengan batu bara termasuk metana, karbondioksida (CO₂) dan oksida zat nitro (N₂O). Gas metana keluar dari tambang batu bara dalam (lihat bagian sebelumnya). CO₂ dan N₂O lepas pada saat batu bara digunakan untuk membangkitkan listrik atau proses industri seperti produksi baja dan pabrik semen.

Efisiensi Pembakaran

Langkah penting dalam mengurangi emisi CO₂ dari pembakaran batu bara adalah pengembangan dalam efisiensi termal dari pembangkit listrik tenaga uap. Efisiensi termal adalah suatu tindakan efisiensi konversi keseluruhan untuk proses membangkitkan tenaga listrik. Semakin tinggi tingkat efisiensinya maka semakin besar pula energi yang dihasilkan. Efisiensi termal rata-rata dunia dari pusat pembangkit listrik tenaga uap sekitar 30%, dengan OECD rata-rata sekitar 38%. Sebagai perbandingan, Cina memiliki efisiensi termal dari seluruh kapasitas

pembangkit listrik tenaga uap yang terpasang sekitar 27% (meskipun pembangkit listrik baru dengan efisiensi yang dikembangkan secara signifikan semakin banyak).

Teknologi ‘superkritis’ memungkinkan pusat pembangkit listrik tenaga uap untuk mencapai efisiensi termal keseluruhan sebesar 43-45%. Tingkat yang lebih tinggi tersebut dimungkinkan karena pabrik superkritis beroperasi pada suhu dan tekanan uap yang lebih tinggi dari pada pabrik konvensional. Pembangkit listrik ultrasuperkritis dapat mencapai tingkat efisiensi sampai 50% dengan beroperasi pada suhu dan tekanan yang lebih tinggi. Lebih dari 400 pembangkit listrik superkritis dioperasikan di seluruh dunia, termasuk di sejumlah negara berkembang.

Suatu pendekatan alternatif untuk memproduksi gas dari Batu bara – hal ini tercapai dalam sistem Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC). Pada IGCC, batu bara tidak dibakar secara langsung namun direaksikan dengan oksigen dan uap untuk menghasilkan ‘syngas’ yang komposisinya terutama hidrogen dan karbon monoksida. Syngas bersih dari campuran dan kemudian dibakar dalam

turbin gas untuk menghasilkan tenaga listrik dan menghasilkan uap untuk motor uap.

Sistem IGCC beroperasi dengan efisiensi yang tinggi, biasanya di 40-an namun ada rancangan pabrik yang hampir mendekati efisiensi 50%. Sistem tersebut juga membuang emisi NO_x dan SO_x sebesar 95-99%. Pekerjaan sedang dilakukan untuk mendapatkan hasil selanjutnya dalam tingkatan yang efisien dan perkiraan efisiensi bersih sebesar 56% di masa yang akan datang. Ada sekitar 160 pabrik IGCC di seluruh dunia.

Sistem IGCC juga menawarkan potensi masa depan untuk produksi hidrogen yang terkait dengan teknologi tangkapan dan penyimpanan karbon (diuraikan secara lebih rinci di bagian berikutnya).

Carbon Capture & Storage (Tangkapan dan Penyimpanan Karbon)

Faktor penting dalam penggunaan batu bara di masa yang akan datang adalah tingkat dimana emisi CO₂ dapat dikurangi. Banyak yang telah dilakukan untuk mencapai hal ini seperti peningkatan tingkat efisiensi. Salah satu opsi yang paling menjanjikan di masa depan adalah Carbon Capture and Storage

Jalur yang digerakan batu bara untuk mengurangi CO₂

Pengurangan CO ₂ sampai 5%	Pengurangan CO ₂ sampai 22%	Pengurangan CO ₂ sampai 25%	Pengurangan CO ₂ sampai 99%
Perbaikan batu bara Termasuk pencucian/pengeringan dan pembuatan briket batu bara. Penggunaan yang luas di seluruh dunia.	Peningkatan efisiensi dari Pabrik yang ada Efisiensi pembangkit sub-kritik tenaga batu bara konvensional telah meningkat secara signifikan (38-40%) sehingga mengurangi emisi. Pusat pengolahan superkritis dan ultrasuperkritis memberikan efisiensi yang semakin tinggi (sudah mencapai 45%). Pusat pengolahan subkritis efisiensi yang ditingkatkan beroperasi di seluruh dunia. Pusat pengolahan superkritikal dan ultrasuperkritikal berhasil beroperasi di Jepang, AS, Eropa, Rusia dan Cina.	Teknologi Maju Efisiensi yang sangat tinggi dan emisi rendah dari teknologi yang inovatif seperti integrated gasification combined cycle (IGCC – siklus gabungan pembentukan gas terpadu). Pressurised fluidised bed combustion (PFBC pembakaran lapisan cairan bertekanan) dan integrated gasification fuel cells (IGFC – sel bahan bakar pembentukan gas terpadu) di masa depan. IGCC dan PFBC beroperasi di AS, Jepang dan Eropa, IGFC pada tahap Litbang.	Emisi Nihil Carbon capture and storage. Upaya Litbang internasional yang signifikan sedang berlangsung. Proyek “FutureGen” bertujuan untuk memiliki pabrik demonstrasi yang beroperasi selama 10 tahun.

(CCS – Tangkapan dan Penyimpanan Karbon).

Teknologi Carbon Capture and Storage (Tangkapan dan Penyimpanan Karbon) memungkinkan emisi karbon dioksida untuk dibersihkan dari aliran buang pembakaran batu bara atau pembentukan gas dan dibuang sedemikian rupa sehingga karbon dioksida tidak masuk ke atmosfer. Teknologi yang memungkinkan CO₂ untuk ditangkap dari aliran emisi telah digunakan bertahun-tahun untuk menghasilkan CO₂ murni untuk digunakan dalam industri pengolahan makanan dan industri kimia. Perusahaan minyak seringkali memisahkan CO₂ dari gas alam sebelum gas tersebut dikirim ke pasar melalui jaringan pipa. Beberapa perusahaan telah mulai menyimpan CO₂ secara permanen jauh di dalam tanah dalam akuifer garam.

Sementara pengembangan lebih lanjut dibutuhkan untuk menunjukkan kelangsungan pemisahan CO₂ dari volume tinggi, gas pembakaran dengan konsentrasi CO₂ rendah dari pembangkit listrik tenaga uap, carbon capture adalah opsi yang realistis untuk masa depan.

Setelah CO₂ ditangkap, penting bahwa CO₂ dapat disimpan secara aman dan permanen. Ada beberapa pilihan penyimpanan di berbagai tahapan pembangunan dan penerapan.

Karbon dioksida dapat diinjeksikan ke dalam sub permukaan bumi, teknik yang dikenal sebagai penyimpanan secara geologis. Teknologi ini memungkinkan penyimpanan CO₂ secara permanen dalam jumlah yang besar dan teknologi ini merupakan opsi penyimpanan yang pernah dikaji secara lengkap. Selama tapak dipilih secara hati-hati, CO₂ dapat disimpan untuk waktu yang lama dan dipantau untuk memastikan tidak ada kebocoran.

Minyak tanpa gas dan reservoir gas merupakan opsi yang penting untuk penyimpanan secara geologis. Estimasi terakhir memperkirakan bahwa lapangan minyak tanpa gas memiliki kapasitas total CO₂ sebanyak 126 Gigaton (Gt). Reservoir gas alam tanpa gas memiliki kapasitas penyimpanan CO₂

Opsi Penyimpanan Bawah Tanah untuk CO₂

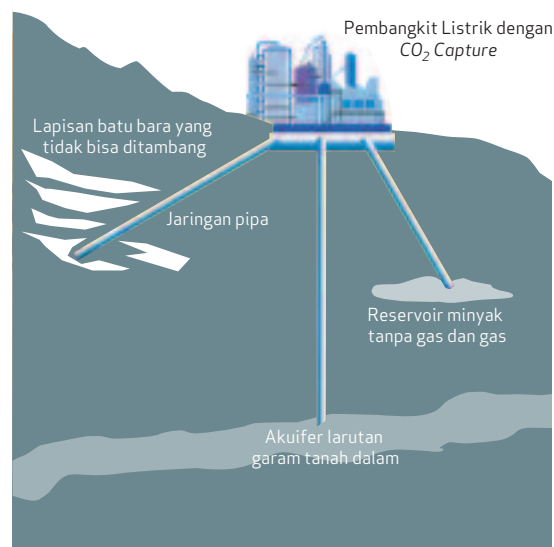


Diagram pemberian IEA GHG R&D Programme

yang jauh lebih besar yaitu 800 Gt. Lapisan batu bara yang tidak bisa ditambang diperkirakan memiliki kapasitas penyimpanan CO₂ sebesar 150 Gt.

CO₂ dalam jumlah yang besar juga bisa disimpan di dalam batuan reservoir air garam jenuh dalam sehingga memungkinkan negara-negara untuk menyimpan emisi CO₂ mereka selama ratusan tahun. Estimasi perusahaan mengenai kapasitas penyimpanan CO₂ di dalam formasi garam dalam belum dikembangkan sepenuhnya, walaupun kapasitas penyimpanan tersebut diperkirakan berkisar antara 400 dan 10000 Gt. Ada sejumlah proyek yang mempertunjukkan keefektifan penyimpanan CO₂ di dalam akuifer garam. Statoil, perusahaan Norwegia sedang melaksanakan di lapangan Sleipner yang terletak di Laut Utara bagian Norwegia. Proyek Nagaoka, mulai beroperasi di Jepang tahun 2002, merupakan perusahaan kecil, proyek 5 taun untuk melakukan riset dan mempertunjukkan penyimpanan CO₂ yang potensial di akuifer daratan dan lepas pantai.

Penyimpanan CO₂ juga bisa memiliki manfaat

Pengaruh Rumah Kaca

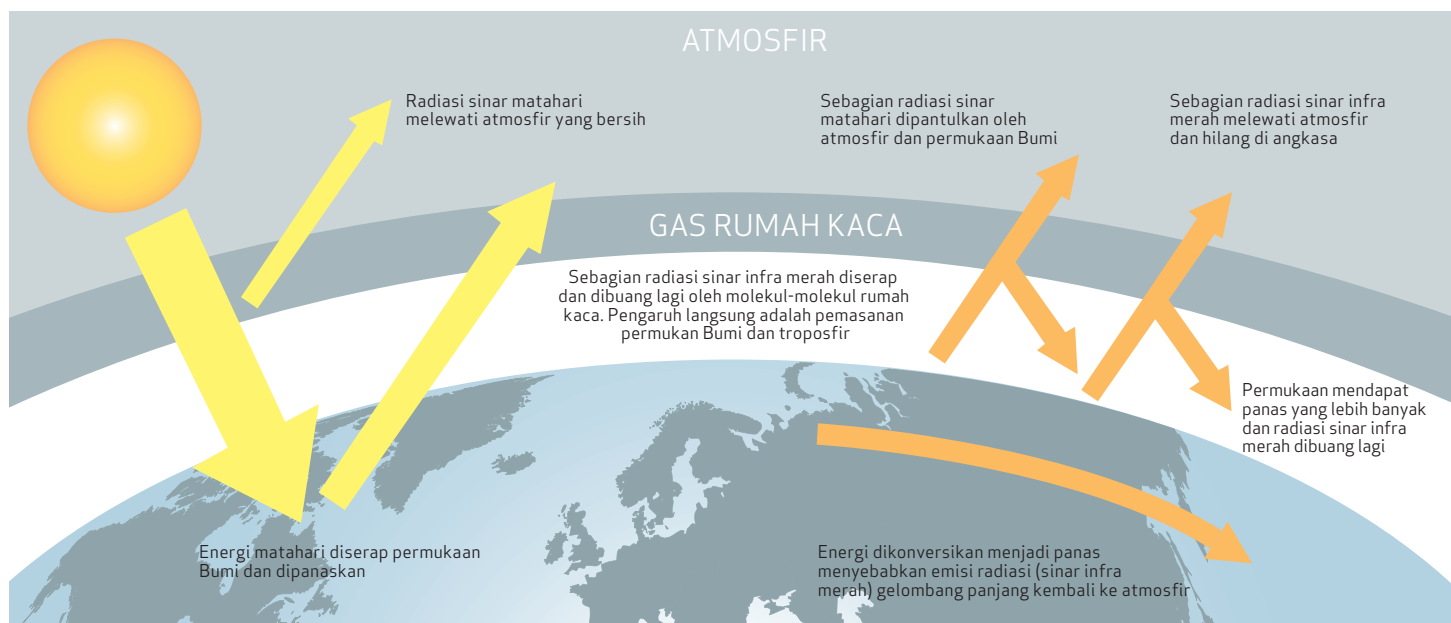


Diagram pemberian Intergovernmental Panel on Climate Change

ekonomi dengan membiarkan kenaikan produksi minyak dan metan lapisan batu bara. Teknik-teknik tersebut disebut sebagai enhanced oil recovery (EOR) dan enhanced coalbed methane recovery (ECBM). CO₂ dapat digunakan untuk mendorong minyak dari strata bawah tanah dan sudah banyak digunakan di dalam industri minyak. Proyek Weyburn Enhanced Oil Recovery menggunakan CO₂ dari pusat pembangkit listrik tenaga lignit di AS dan mengirimkan ke ladang minyak Weyburn untuk meningkatkan produksi minyak melalui jaringan pipa sejauh 205 mil. Sekitar 5000 ton atau 2,7 m³ CO₂ setiap harinya diinjeksikan ke ladang minyak, jumlah yang jika tidak diinjeksikan ke ladang minyak akan lepas ke atmosfer.

ECBM memungkinkan CO₂ untuk disimpan di lapisan batu bara yang tidak bisa ditambang dan meningkatkan produksi gas metana lapisan batu bara sebagai hasil sampingan yang berharga.

Carbon capture and storage menawarkan potensi pengurangan CO₂ dalam skala besar untuk menstabilkan konsentrasi CO₂ di atmosfer.

Batu Bara & Energi Pengganti

Pembangunan berkelanjutan dan penggunaan energi pengganti akan memainkan peran yang penting dalam meningkatkan kinerja lingkungan dari produksi energi masa depan. Meskipun demikian, ada sejumlah halangan praktis dan ekonomis yang signifikan yang membatasi perkiraan pertumbuhan dari energi pengganti.

Energi pengganti dapat berganti-ganti atau tidak dapat diperkirakan dan 'tergantung tapaknya', yang berarti bahwa energi pengganti hanya tersedia di lokasi tertentu. Energi angin, misalnya, tergantung pada apakah dan betapa kerasnya angin bertiup dan bahkan pembangkit tenaga angin yang terbaik tidak bisa beroperasi normal selama lebih dari sepertiga waktu. Banyak bentuk dari bio massa yang bersifat musiman dan sulit untuk diangkut. Listrik yang dibangkitkan oleh batu bara dapat membantu mendukung pertumbuhan energi pengganti dengan menyeimbangkan keterputusan dalam catu daya. Batu bara dapat memberikan listrik yang nyaman dan murah sementara energi pengganti dapat digunakan

pada saat beban puncak. Penghematan dan efisiensi energi pengganti dari bio massa juga dapat ditingkatkan dengan membangkitkan listrik dengan menggunakan batu bara.

Sementara teknologi batu bara bersih meningkatkan kinerja lingkungan pembangkit listrik tenaga uap, perannya sebagai sumber energi yang terjangkau dan tersedia memberikan manfaat lingkungan hidup yang lebih banyak dengan mendukung pengembangan energi pengganti.

Mengatasi Dampak Lingkungan

Dampak pada lingkungan hidup dari konsumsi energi kita merupakan masalah bagi kita semua. Membatasi dampak negatif dari produksi batu bara dan penggunaannya merupakan prioritas bagi industri batu bara dan yang telah menjadi fokus penelitian, pengembangan dan investasi. Banyak yang telah dicapai – teknologi telah berkembang dan banyak digunakan untuk membatasi emisi partikel-partikel halus, NOx dan SOx serta unsur-unsur penelusuran. Peningkatan efisiensi pembakaran batu bara juga telah mencapai pengurangan yang signifikan dalam emisi karbon dioksida. Penggunaan teknologi yang lebih untuk meningkatkan kinerja lingkungan batu bara akan merupakan hal yang penting, terutama di negara-negara berkembang dimana penggunaan batu bara ditentukan untuk mengalami kenaikan yang tajam.

Inovasi dan kemajuan teknologi seperti, carbon capture and storage, menawarkan berbagai prospek masa depan untuk mengatasi emisi CO₂ dari penggunaan batu bara di masa depan.

Emisi UNFCCC & GHG

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) menetapkan kerangka kerja keseluruhan untuk upaya antar pemerintah untuk mengatasi perubahan iklim. Kerangka kerja tersebut ditandatangani pada Konferensi Tingkat Tinggi Bumi di Rio de Janeiro pada tahun 1992 dan dilaksanakan pada tahun 1994. Dalam Konvensi tersebut, para pemerintah negara:

- >> Mengumpulkan dan berbagi informasi mengenai emisi GHG, kebijakan nasional dan tindakan-tindakan yang terbaik.
- >> Mengeluarkan strategi nasional untuk mengarahkan emisi GHG dan menyesuaikan dengan perkiraan dampak, termasuk pemberian dukungan keuangan dan teknologi kepada negara-negara berkembang.
- >> Bekerja sama dalam penyiapan penyesuaian terhadap dampak dari perubahan iklim.

Negara-negara yang tergabung dalam UNFCCC mengadakan pertemuan tahunan di Conference of the Parties (COP). Pada COP3, yang diadakan di Kyoto pada tahun 1997, negara-negara tersebut mengadakan negosiasi tentang Kyoto Protocol, yang menetapkan target yang terikat secara

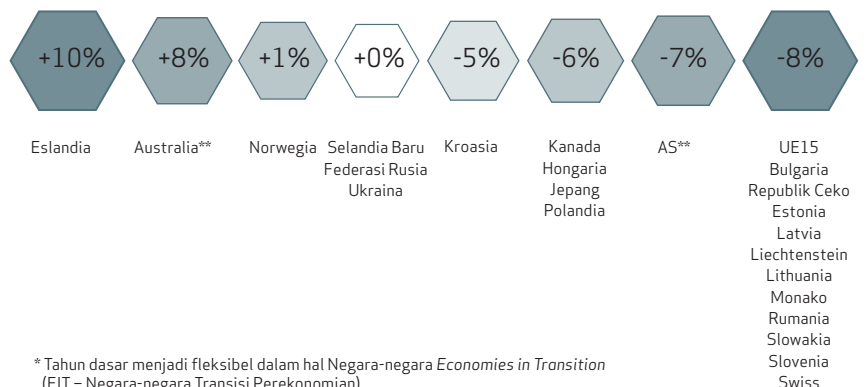
hukum untuk pengurangan emisi.

Kyoto Protocol mulai diberlakukan pada bulan Februari 2005. Pada waktu itu 128 negara merupakan Peserta dari Protocol tersebut, dan 30 negara diantaranya adalah negara berkembang yang menjadi target emisi. Australia dan AS menolak untuk meratifikasi Protocol tersebut namun melaksanakan tindakan sendiri untuk menstabilkan emisi GHG.

Kyoto menetapkan target untuk negara-negara industri "dengan pandangan untuk mengurangi emisi keseluruhan mereka dari gas-gas tersebut sekurang-kurangnya 5% di bawah tingkat 1990 dalam komitmen periode 2008-2012".

Kyoto mencakup emisi enam gas rumah kaca utama: karbon dioksida (CO₂), methane (CH₄), oksida asam nitro (N₂O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs) dan sulfur heksafluorida. (SF₆). Daripada membuat target khusus atas setiap jenis gas, emisi keseluruhan untuk enam jenis gas digabungkan dan diterjemahkan menjadi 'CO₂ ekuivalen', yang digunakan untuk menghasilkan satu angka tunggal.

Target Emisi Kyoto Protocol (1990* sampai 2008/2012)



* Tahun dasar menjadi fleksibel dalam hal Negara-negara Economies in Transition (EIT – Negara-negara Transisi Perekonomian)

** Negara-negara yang telah mendeklarasikan keinginan mereka untuk tidak meratifikasi Protocol



Akses ke energi dan khususnya listrik merupakan daya penggerak di belakang perkembangan ekonomi dan sosial. Foto pemberian Anglo Coal.

BAGIAN 6

PEMENUHAN KEBUTUHAN ENERGI DI MASA DEPAN

» Sistem energi global menghadapi berbagai masalah di abad ini. Harus terus memasok energi yang aman dan terjangkau untuk menghadapi kebutuhan yang terus tumbuh. Pada saat yang bersamaan masyarakat mengharapkan energi yang lebih bersih dan polusi yang rendah dengan meningkatkan penekanan pada ketahanan lingkungan hidup. »

Dalam waktu 30 tahun ke depan, diperkirakan bahwa kebutuhan energi global akan meningkat sebesar hampir 60%. Dua pertiga dari kenaikan tersebut akan berasal dari negara-negara berkembang – pada tahun 2030 negara-negara tersebut akan berjumlah hampir setengah dari seluruh kebutuhan energi.

Meskipun demikian, banyak dari penduduk miskin di dunia yang belum bisa menikmati energi modern dalam waktu 30 tahun tersebut. Tingkat pengadaan listrik di negara-negara berkembang akan naik dari 66% pada tahun 2002 ke 78% pada tahun 2030 namun jumlah total penduduk yang tidak memiliki listrik hanya akan sedikit berkurang, dari 1,6 milyar ke sedikit di bawah 1,4 milyar di tahun 2030 karena pertumbuhan penduduk (lihat peta pada halaman 40).

Energi vital bagi pembangunan manusia. Tidak mungkin menjalankan pabrik, menjalankan toko, menyerahkan barang ke konsumen atau bercocok tanam, misalnya tanpa adanya energi. Akses ke energi modern tidak hanya memberikan kontribusi pada pertumbuhan ekonomi dan pendapatan rumah tangga tapi juga pada mutu hidup yang telah ditingkatkan yang datang bersamaan dengan pendidikan dan layanan kesehatan yang lebih baik. Kecuali akses ke energi diperbaiki, banyak dari negara-negara miskin di dunia yang akan tetap terjebak di dalam lingkaran kemiskinan, ketidakstabilan sosial dan tidak berkembang.

Jika kita akan meningkatkan akses ke energi dunia secara signifikan – dan menjaga sistem energi yang aman – maka seluruh bentuk energi akan dibutuhkan. Ini termasuk batu bara, gas, minyak, nuklir, air dan energi pengganti.

Peran Batu Bara

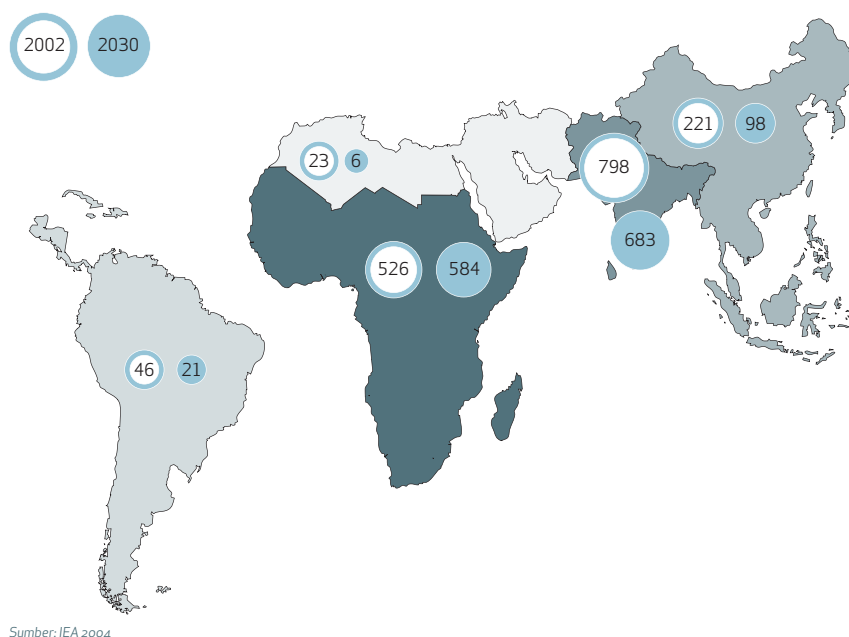
Sebagai bahan bakar yang paling penting untuk membangkitkan listrik dan masukan vital dalam produksi baja, batu bara akan memainkan peran yang penting dalam memenuhi kebutuhan energi masa depan.

Selama dua tahun terakhir, penggunaan batu bara telah tumbuh dengan tingkat pertumbuhan yang lebih cepat daripada bahan bakar lainnya, dengan kenaikan hampir 7% pada tahun 2003. Kebutuhan di Cina naik sebesar 15%, di Rusia sebesar 7%, Jepang sebesar 5% dan AS sebesar 2,6%.

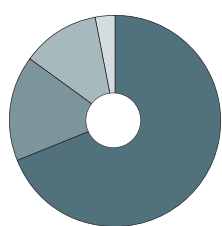
Kebutuhan batu bara dan peran vitalnya dalam sistem energi dunia akan ditetapkan untuk dilanjutkan. Kenaikan penggunaan batu bara yang paling banyak adalah di negara-negara Asia, dimana Cina dan India saja menguasai 68% dari kenaikan tersebut.

Batu bara akan terus memainkan peran vital dalam membangkitkan listrik dunia – sementara batu bara memasok 39% dari listrik dunia, angka ini hanya akan turun satu angka persentase dalam waktu tiga dekade ke depan.

Jumlah Orang Tanpa Listrik di Negara Berkembang (jutaan)



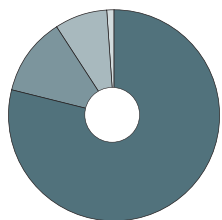
Kebutuhan Batu bara Dunia berdasarkan Sektor – 2002



■ Pembangkit Listrik	69%
■ Industri	16%
■ Lain-lain	12%
■ Pemukiman	3%

Sumber: IEA 2004

Kebutuhan Batu bara Dunia berdasarkan Sektor – 2030



■ Pembangkit Listrik	79%
■ Industri	12%
■ Lain-lain	8%
■ Pemukiman	1%

Sumber: IEA 2004

Dengan ketersediaan cadangan yang berlimpah, terjangkau dan tersebar secara geografis, batu bara memainkan peran vital di dunia sementara pasokan yang dapat diandalkan dari energi yang terjangkau merupakan hal penting bagi perkembangan dunia.

Memprbanyak Dampak Positif Terhadap Lingkungan Hidup

Inovasi teknologi memungkinkan pemenuhan kebutuhan akan batu bara tanpa dampak terhadap lingkungan hidup yang tidak bisa diterima.

Penerapan yang lebih luas dari teknologi batu bara akan memiliki dampak yang penting terhadap kinerja lingkungan hidup batu bara di negara berkembang dan negara maju. Telah disarankan misalnya, bahwa jika efisiensi pembangkit listrik tenaga uap dunia dinaikkan ke tingkat pembangkit listrik tenaga uap Jerman, maka pengurangan emisi CO₂ akan lebih besar daripada yang akan dicapai menurut Kyoto Protocol.

Dalam waktu yang lebih lama, carbon capture and storage memberikan potensi untuk penurunan emisi CO₂ yang penting dari konsumsi batu bara, yang mendekati hampir nihil.

Penelitian dan pengembangan berfokus pada cara inovatif dalam membangkitkan energi yang terus bertambah. Satu opsi penting untuk jangka waktu yang lebih lama adalah bergerak maju ke sistem energi berbasis hidrogen, dimana hidrogen digunakan untuk menghasilkan listrik dari turbin gas dan yang paling tinggi, sel-sel bahan bakar. Sel-sel bahan bakar menggunakan reaksi elektrokimia antara hidrogen dan oksigen dan bukan proses pembakaran untuk menghasilkan listrik.

Hidrogen tidak terjadi secara alamiah dalam kuantitas yang bisa digunakan; Hidrogen harus dibuat. Bahan bakar fosil merupakan satu kemungkinan sumber. Batu bara, dengan cadangan terbesar dan tersebar luas dari bahan bakar fosil, adalah kandidat utama untuk menghasilkan hidrogen

Kebutuhan Batu bara Dunia (Jt)				
	2002		2030	
	Juta Ton	Bagian Batu Bara dari Listrik Pembangkit (%)	Juta Ton	Bagian Batu Bara dari Listrik Pembangkit (%)
OECD Amerika Utara	1051	46	1222	40
OECD Eropa	822	29	816	24
OECD Pasifik	364	36	423	29
OECD	2237	38	2461	33
Rusia	220	19	244	15
Ekonomi Transisi Lainnya	249	27	340	18
Ekonomi Transisi	469	22	584	16
Cina	1308	77	2402	72
Asia Timur	160	28	456	49
Asia Selatan	396	60	773	54
Amerika Latin	30	4	66	5
Timur Tengah	15	6	23	5
Afrika	174	47	264	29
Negara Berkembang	2085	45	3984	47
Dunia	4791	39	7029	38

Sumber: IEA 2004

– melalui pembentukan gas batu bara – dalam kuantitas yang dibutuhkan.

Sampai saat ini, proses alami intensif energi yang terlibat, biaya tinggi, dan hasil sampingan dari CO₂ membuat teknologi ini menjadi tidak mungkin untuk berkembang. Meskipun demikian, kemajuan teknologi utama bersamaan dengan penyimpanan karbon telah membuka prospek baru untuk produksi hidrogen dalam volume besar yang bersahabat dengan lingkungan. Batu bara berada dalam posisi yang baik untuk menyediakan volume hidrogen yang dibutuhkan untuk maju ke ekonomi energi yang baru dan berbeda. Eropa, Jepang, AS dan Selandia Baru telah memiliki program hidrogen aktif dan mempertimbangkan batu bara sebagai opsi untuk menghasilkan hidrogen.

Batu Bara & Sumber Energi Masa Depan Kita

Pengentasan kemiskinan, menjaga keamanan pasokan energi, dan melindungi lingkungan hidup adalah permasalahan terbesar yang sedang dihadapi dunia saat ini. Produksi dan penggunaan batu bara terkait dengan setiap permasalahan tersebut.

BAGIAN 6 TAMAT

SUMBER INFORMASI LAINNYA

- >> **Anglo Coal**
www.angloamerican.co.uk
- >> **Australian Coal Association**
www.australiancoal.com
- >> **Australian Government Department of the Environment & Heritage**
www.deh.gov.au
- >> **BHP Billiton Illawarra Coal, Longwall Mining & Subsistence, 2005**
- >> **Bluescope Steel**
www.bluescopesteel.com
- >> **BP Statistical Review of Energy 2004**
- >> **British Geological Survey**
www.bgs.ac.uk
- >> **Cement Industry Federation**
www.cement.org.au
- >> **China Labour Bulletin**
www.china-labour.org.hk
- >> **Coal Association of Canada, 'The Coal Classroom'**
www.coal.ca/class.htm
- >> **Coalition for Affordable & Reliable Energy**
www.careenergy.com
- >> **EDF Energy, Power Up website**
www.edfenergy.com/powerup
- >> **Encarta online**
<http://encarta.msn.com>
- >> **Energy Information Administration**
www.eia.doe.gov
- >> **Energy Quest**
www.energyquest.ca.gov
- >> **IEA Clean Coal Centre, Clean Coal Technologies, 2003**
- >> **IEA Clean Coal Centre**
www.iea-coal.org.uk
- >> **IEA Coal Information 2004, OECD/IEA**
- >> **IEA Electricity Information 2004, OECD/IEA**
- >> **IEA GHG R&D Programme**
www.ieagreen.org.uk
- >> **IEA GHG R&D Programme CO₂ Capture & Storage**
www.co2captureandstorage.info
- >> **IEA World Energy Outlook 2004, OECD/IEA**
- >> **Intergovernmental Panel on Climate Change**
www.ipcc.ch
- >> **IISI, Steel Statistical Yearbook 2004, International Iron & Steel Institute**
- >> **IISI, World Steel in Figures 2004, International Iron & Steel Institute**

-
- >> **International Labour Organization**
www.ilo.org
 - >> **Koala Venture**
www.koalaventure.com
 - >> **National Mining Association**
www.nma.org
 - >> **NSW Minerals Council**
www.nswmin.com.au
 - >> **Organisation for Economic Cooperation and Development**
www.oecd.org
 - >> **PA Consulting**
www.paconsulting.com
 - >> **Portland Cement Association**
www.cement.org
 - >> **Roger Wicks, "Coal – Issues and Options in a Carbon-Constrained World", Optima, Volume 51, Number 1, February 2005**
 - >> **Sasol**
www.sasol.com
 - >> **Solid Energy New Zealand, Coal – the World's Leading Energy Source**
www.solidenergy.co.nz/download/UsesofCoal.pdf
 - >> **UK Coal**
www.ukcoal.com
 - >> **UNDP & Energy for Sustainable Development, United Nations Development Programme, 2004**
 - >> **United Nations Development Programme**
www.undp.org/energy
 - >> **UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change: The First Ten Years, 2004**
 - >> **UNFCCC**
www.unfccc.int
 - >> **US Department of Energy, Office of Fossil Energy**
www.fe.doe.gov
 - >> **US Department of Labor**
www.dol.gov
 - >> **US Environmental Protection Agency**
www.epa.gov
 - >> **US Geological Survey**
www.usgs.gov
 - >> **WCI, Clean Coal – Building a Future through Technology, World Coal Institute, 2004**
 - >> **WCI, Coal Facts fact card, World Coal Institute, 2004**
 - >> **WCI, Coal – Power for Progress, 4th edition, World Coal Institute, 2000**
 - >> **WCI, Coal & Steel Facts fact card, World Coal Institute, 2005**
 - >> **WCI, Ecoal, Volume 52, January 2005**
 - >> **WCI, The Role of Coal as an Energy Source, World Coal Institute, 2002**
 - >> **WCI, Shipping Facts 1 & 2 fact cards, 2004**
 - >> **WCI, Sustainable Entrepreneurship, the Way Forward for the Coal Industry, World Coal Institute, 2001**
 - >> **World Coal Institute**
www.worldcoal.org
 - >> **World Energy Council, 2004 Survey of Energy Resources**

WORLD COAL INSTITUTE

>> World Coal Institute (WCI) adalah suatu organisasi nirlaba dan asosiasi perusahaan batu bara. >>

WCI adalah suatu organisasi yang mendapat akreditasi dari PBB dan satu-satunya kelompok internasional yang bekerja di dunia atas nama industri batu bara. WCI berkedudukan di London, perusahaan anggota tersebar di seluruh dunia. WCI mempromosikan:

- >> Batu bara sumber daya strategis, yang penting bagi mutu hidup moderen, kontributor inti bagi pembangunan berkelanjutan, dan merupakan unsur yang penting dalam keamanan energi yang maju.
- >> Suatu industri progresif yang berkomitmen terhadap inovasi teknologi dan hasil lingkungan hidup yang ditingkatkan dalam konteks campuran energi yang seimbang dan bertanggung jawab.

Tujuan dari World Coal Institute adalah untuk:

- >> Memberikan suara bagi batu bara dalam debat kebijakan internasional;
- >> Meningkatkan kesadaran masyarakat akan keunggulan dan pentingnya batu bara sebagai satu-satunya sumber bahan bakar terbesar untuk membangkitkan tenaga listrik;
- >> Memperluas pemahaman tentang peran penting yang dipenuhi oleh batu bara metalurgi dalam produksi baja dunia dimana seluruh industri bergantung padanya;
- >> Memastikan bahwa pengambil keputusan – dan

opini masyarakat umumnya – diinformasikan secara penuh mengenai kemajuan-kemajuan dalam teknologi batu bara modern; kemajuan-kemajuan yang secara tetap meningkatkan penggunaan batu bara secara efisien dan sangat mengurangi dampak batu bara terhadap lingkungan;

- >> Mendukung sektor-sektor lain dari industri batu bara dunia dalam menekankan pentingnya batubara dan mutunya sebagai sumber daya energi yang berlimpah, bersih, aman dan ekonomis;
- >> Mempromosikan keunggulan batu bara dan memperbaiki kesan batu bara sebagai bahan bakar yang bersih, efisien, penting bagi pembangkitan tenaga listrik dunia dan pembuatan baja dunia.

Keanggotaan terbuka bagi perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang batu bara di seluruh dunia, dimana perusahaan anggota diwakili oleh pejabat setingkat Chief Executive Officer (CEO)/ Presiden Direktur.

Untuk informasi lebih lanjut mengenai kegiatan World Coal Institute, silakan kunjungi situs web kami: www.worldcoal.org

Pertanyaan untuk menjadi member WCI dapat
diajukan ke Sekretariat:

World Coal Institute
e: info@worldcoal.org
www.worldcoal.org

Buku ini boleh direproduksi sebagian untuk tujuan pendidikan atau nirlaba tanpa memerlukan izin khusus dari pemegang hak cipta dengan memberikan pemberitahuan sumbernya. World Coal Institute akan sangat berterima kasih untuk menerima salinan setiap terbitan yang menggunakan buku ini sebagai sumber. Buku ini tidak boleh diperjualbelikan atau untuk tujuan komersial lainnya apapun tanpa izin tertulis sebelumnya dari World Coal Institute.

Terbitan pertama di Inggris pada bulan Mei 2005

Hak Cipta © 2005 World Coal Institute

Buku ini sebelumnya dikenal sebagai 'Coal – Power for Progress'



e: info@worldcoal.org
www.worldcoal.org

