

# PELUANG APLIKASI TEKNOLOGI PENGERINGAN BATUBARA DAN *BLENDING* BATUBARA DI INDONESIA DITINJAU DARI SEGI EKONOMI DAN LINGKUNGAN

## *Economics and Environmental Considerations on the Application of Coal Drying and Coal Blending Technology in Indonesia*

MIFTAHUL HUDA, GANDHI K. HUDAYA, NINING S. NINGRUM dan SUGANAL

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara  
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211  
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373  
e-mail: [huda@tekmira.esdm.go.id](mailto:huda@tekmira.esdm.go.id);

---

### SARI

Indonesia mempunyai sumberdaya batubara peringkat rendah (lignit) dalam jumlah besar, oleh sebab itu, PLTU-batubara yang baru dan akan dibangun didesain untuk menggunakan lignit dengan nilai kalor + 4.200 kkal/kg (GAR). Namun demikian, beberapa sumberdaya lignit di Indonesia mempunyai nilai kalor kurang dari 4.200 kkal/kg (GAR) sehingga lignit tersebut harus dicampur/di-*blending* dengan batubara yang mempunyai nilai kalor lebih tinggi atau dikeringkan agar memenuhi spesifikasi PLTU yang ada. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan aplikasi teknologi *blending* batubara dan teknologi pengeringan batubara untuk menghasilkan batubara dengan nilai kalor sesuai desain PLTU ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan. Dengan pertimbangan ketersediaan data, hanya teknologi pengeringan batubara Great River Energi, teknologi pengeringan batubara Sojitz-TSK dan teknologi *blending* batubara dari Petrocom Energy Limited (PEL) yang akan dibandingkan. Asumsi nilai kalor lignit dan nilai kalor batubara pencampur berturut-turut adalah 2.995 kkal/kg (GAR) dan 5.000 kkal/kg (GAR). Hasil proses *blending* batubara dan proses pengeringan batubara akan dipakai pada dua PLTU di lokasi yang berbeda yaitu PLTU di Aceh dan PLTU di Banten. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya pengeringan batubara adalah selalu lebih murah dibandingkan biaya *blending* batubara, walaupun ke dua PLTU tersebut berada di lokasi yang berbeda. Pengeringan batubara menggunakan bahan baku berupa lignit yang murah sebaliknya *blending* batubara memerlukan batubara kalori lebih tinggi yang harganya relatif mahal. Selain itu proses pengeringan batubara yang terintegrasi dengan PLTU dalam sistem *combined heat and power* dapat mengurangi total emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran batubara pada PLTU. Oleh sebab itu hasil kajian ini merekomendasikan penggunaan teknologi pengeringan batubara untuk meningkatkan nilai kalor lignit.

Kata kunci: Lignit, pengeringan, *blending*, keekonomian

### ABSTRACT

*Due to the availability of low rank coal, most of new coal fired power plants in Indonesia were designed to use low rank coal or lignite with heating value of approximately 4,200 kcal/kg (GAR). Nevertheless, there are some lignite resources of heating value less than 4,200 kcal/kg (GAR) and it should be blended with coal of higher heating value or dried in order to be used in the power plant. The purpose of this study is to compare the economic and environmental advantages of the application of coal blending and coal drying technologies. Two drying technologies (Great River Energy and Sojitz-TSK) and a blending technology (Petrocom Energy Limited (PEL) technology) were studied. The target coal for drying and blending is lignite of heating value of 2,995 kcal/kg (GAR). The lignite will be dried or be blended with a South Kalimantan sub-bituminous coal with heating value of 5,000 kcal/kg to yield coal of heating value of 4,200 kcal/kg (GAR). The power plant locations are in Aceh and Banten. Coal drying and blending plants are assumed close*

to the power plant. The results show that in both power plants locations, the drying cost is less than blending cost. Coal drying uses cheap low heating value coal while coal blending requires high heating value coal which is rather expensive both for the price and transportation cost. In addition, the combined heat and power (CHP) system adopted in the drying technology will reduce total CO<sub>2</sub> emission from power plant. Thus, it is recommended to use drying technology to increase the heating value of lignite.

Keywords: Lignite, drying, blending, economics

## PENDAHULUAN

Batubara memainkan peran sentral dalam mendukung pembangunan ekonomi global terutama dalam hal memenuhi kebutuhan energi. Saat ini 27% dari kebutuhan energi primer dunia dan 41% energi listrik dunia berasal dari batubara. Pada beberapa negara persentasi pembangkit listrik berbahan bakar batubara jauh lebih tinggi misalnya di Afrika Selatan 93%, Polandia 92%, Cina 79%, dan Australia 77% (IEA, 2011).

Pemakaian batubara untuk bahan bakar pembangkit listrik di Indonesia juga semakin meningkat dan mengarah pada pemakaian batubara peringkat rendah atau lignit yang mempunyai nilai kalor +4.200 kkal/kg (*Gross as received* atau disingkat GAR). Walaupun demikian PLTU batubara yang ada saat ini masih belum bisa menggunakan semua lignit yang tersedia karena beberapa lignit di Indonesia mempunyai nilai kalor kurang dari 4.200 kkal/kg. Sebagai contoh batubara Pendopo (seam Benuang) di Sumatera Selatan mempunyai nilai kalor rata-rata 2.600 kkal/kg (GAR) dan batubara Muara Wahau di Kutai Timur mempunyai nilai kalor rata-rata 3.300 kkal/kg (GAR) (Lemigas, 2010). Ketimpangan antara kualitas batubara lokal dengan spesifikasi batubara PLTU nampak nyata di Aceh. PLTU Nagan Raya Aceh didesain untuk batubara dengan nilai kalor 4.200 kkal/kg (GAR) padahal sebagian besar batubara Aceh mempunyai nilai kalor kurang dari 4.200 kkal/kg (GAR) (Surya, 2010).

Ada tiga cara pemanfaatan batubara peringkat rendah di PLTU yaitu dengan membuat desain *boiler* di PLTU sehingga mampu membakar batubara dengan nilai kalor yang dikehendaki (< 4.200 kkal/kg), melakukan proses pengeringan atau melakukan proses *blending* dengan batubara yang mempunyai nilai kalor lebih tinggi. Dua cara terakhir ini nampaknya perlu diprioritaskan karena penggunaan batubara peringkat rendah secara langsung di *boiler* akan menghasilkan *boiler* dengan efisiensi thermal yang rendah dan mempunyai biaya investasi yang tinggi (Allardice dan Young, 2001).

Teknologi pengeringan telah dikembangkan sejak tahun 1920-an (Pronyk dkk., 2005). Pada tahun tersebut di Austria dikembangkan proses Fleissner untuk menurunkan kandungan air batubara peringkat rendah menggunakan media dan energi panas dari *superheated steam*. Saat ini telah banyak teknologi pengeringan batubara dikembangkan dan berdasarkan fasa air yang keluar dari batubara saat proses, teknologi pengeringan batubara dapat dikelompokkan menjadi teknologi *evaporative* dan *non-evaporative*. Pada teknologi *evaporative*, air dikeluarkan dari dalam batubara dalam fasa gas sedangkan pada teknologi *non-evaporative* karena penggunaan tekanan tinggi pada saat proses maka air keluar dari batubara dalam bentuk fasa cair. Sebagian besar teknologi pengeringan batubara adalah masuk ke dalam jenis teknologi *evaporative* seperti contoh teknologi UBC (*upgraded brown coal*), BCB (*binderless coal briquetting*), CUB (Coal Upgraded Briquettes) dan lain-lain. Teknologi yang termasuk ke dalam jenis *non-evaporative* adalah teknologi hydrothermal seperti CHTD (Hamilton, 2011). Alat yang digunakan untuk pengeringan batubara juga bermacam-macam seperti pengering putar (*rotary dryer*), *flash dryer*, *fluidized bed dryer*, *slurry evaporator*, *autoclave* dan *hydraulic press*.

Sejalan dengan isu pemanasan global, di beberapa negara telah dikembangkan teknologi pengeringan batubara yang mampu mengurangi total emisi CO<sub>2</sub> dari PLTU seperti teknologi pengeringan batubara menggunakan energi dari panas terbuang (*waste heat*) dan teknologi pengeringan batubara dengan sistem *co-generation*. *Waste heat* di PLTU misalnya adalah energi panas yang ada pada gas buang atau energi yang ada dalam air panas yang akan menuju pada proses pendinginan di *cooling station*. PLTU *co-generation* atau *combined heat and power* (CHP) adalah PLTU yang didesain untuk menghasilkan *steam* untuk keperluan industri di samping *steam* untuk turbin pembangkit listrik.

Pemanfaatan *waste heat* untuk pengeringan batubara dikembangkan di Amerika oleh perusahaan Great River Energy (Levy et al., 2006), di Jerman

oleh RWE (Schippers, 2010) dan di Australia oleh Universitas Monash. Pengeringan batubara dengan sistem *co-generation* dikembangkan di Jepang dan akan diterapkan di Indonesia. Perusahaan yang bernama Sojitz dan Tsukishima Kikai telah mengkaji pengeringan batubara dengan energi dari *low pressure steam* dari PLTU Suralaya dan Labuhan menggunakan alat berupa pengering putar yang dilengkapi pipa-pipa untuk mengalirkan steam (*steam tube rotary dryer* atau disingkat STD). Pada STD tidak ada kontak langsung antara batubara dengan steam sehingga steam bisa langsung di-recycle ke boiler. Berdasarkan hasil kajian tersebut akan terjadi pengurangan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 250.000 ton/tahun bila teknologi tersebut diterapkan pada PLTU dengan kapasitas 700 MW dan kadar air batubara sebelum dan setelah proses pengeringan berturut-turut adalah 43,6% dan 10% (Sojitz, 2011).

Salah satu masalah dalam pengeringan batubara adalah terjadinya penyerapan kembali air oleh batubara. Air dalam batubara terletak dalam pori-pori dan mudah menempel pada permukaan batubara yang mengandung oksigen atau bersifat *hydrophilic*. Ada tiga cara untuk mencegah kembali air ke dalam batubara yaitu menutup pori batubara dengan aditif, menghancurkan pori-pori batubara melalui penggerusan atau pemanasan dan mengeringkan batubara pada suhu agak tinggi sehingga gugus fungsi oksigen lepas dari batubara. Walaupun dalam proses pengeringan yang akan dikaji ini (teknologi GRE dan teknologi Sojitz&TSK) suhunya rendah dan tidak menggunakan aditif untuk menutup pori-pori batubara, penyerapan air lembab oleh batubara kering diperkirakan sulit terjadi karena produk langsung dimanfaatkan di PLTU. Diperlukan waktu yang lama (3-7 hari) untuk penyerapan kembali air sampai mencapai *equilibrium moisture* (Karthikeyan dan Mujumdar, 2007) dan maksimum hanya 30% dari air lembab yang akan diserap kembali oleh lignit setelah proses pengeringan (Gorbarty dan Martin, 1994).

*Blending* batubara kalori rendah dengan kalori tinggi adalah cara lain untuk menghasilkan kualitas batubara dengan nilai kalor sesuai dengan desain PLTU. *Blending* batubara dapat dilakukan dengan mencampur beberapa jenis batubara di *stockpile*, di ban berjalan, di *hopper*, di *crusher*, di mesin penggerus dan lain-lain. Pemilihan metode *blending* tergantung pada kondisi tempat akan dilakukannya *blending*, kapasitas fasilitas *blending*, akurasi *blending* yang diperlukan dan jenis pengguna (*end user*) produk *blending*. Walaupun aplikasi teknologi *blending* diperkirakan mempunyai biaya

investasi yang lebih rendah dibandingkan teknologi pengeringan batubara tetapi proses *blending* memerlukan batubara dengan nilai kalor lebih tinggi atau batubara dengan harga lebih mahal. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui keekonomian proses pengeringan dibandingkan proses *blending* untuk menghasilkan produk dengan nilai kalor tertentu dengan cara membandingkan biaya produksi masing-masing proses dan membandingkan biaya penyediaan batubara untuk lokasi PLTU yang berbeda. Lebih lanjut masalah emisi CO<sub>2</sub> dari PLTU yang berkaitan dengan penerapan teknologi tersebut juga dibahas dalam makalah ini.

## METODOLOGI

Pada makalah ini diasumsikan batubara hasil *blending* atau hasil proses pengeringan akan dipakai untuk bahan bakar pada PLTU kapasitas 300 MW yang berada di Banten dan Aceh. PLTU di dua tempat tersebut diasumsikan mempunyai desain yang sama dan menggunakan batubara dengan nilai kalor 4.200 kkal/kg (GAR). Untuk mencapai nilai kalor tersebut, batubara dengan nilai kalor 2.995 kkal/kg (GAR) akan di-*blending* dengan batubara nilai kalor lebih tinggi (5.000 kkal/kg) atau dikeringkan.

Teknologi pengeringan batubara yang akan dibandingkan biaya produksinya adalah teknologi yang dikembangkan oleh Great River Energy (GRE) Amerika dan teknologi Sojitz-TSK Jepang karena pada ke dua teknologi tersebut terdapat data yang cukup mengenai keekonomiannya. Adapun mengenai data keekonomian teknologi *blending* batubara akan merujuk data dari Petrocom Energy Limited (PEL). Perusahaan ini sedang membangun fasilitas *blending* batubara di Cigading, Banten.

Tabel 1 menampilkan asumsi-asumsi yang dipakai untuk menghitung biaya produksi. Batubara peringkat rendah atau lignit yang digunakan sebagai bahan baku untuk proses pengeringan dan *blending* diasumsikan berasal dari tambang lignit yang terdekat dengan PLTU. Oleh karena itu PLTU Aceh menggunakan lignit yang berasal dari daerah sekitar Aceh, sementara itu untuk PLTU Banten menggunakan lignit yang berasal dari Sumatera Selatan. Pasokan batubara sub-bituminus, selanjutnya disebut batubara SB, yang digunakan sebagai sumber bahan baku untuk teknologi *blending* akan menggunakan sumber yang sama yaitu dari Kalimantan Selatan. Harga batubara mengacu pada HPB (Harga Patokan Batubara) bulan Pebruari tahun 2012 sementara itu biaya transportasi termasuk biaya bongkar muat

mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 999.K/30/DJB/2011 tentang tata cara penetapan besaran biaya penyesuaian harga patokan batubara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Biaya Pengeringan Batubara Teknologi Great River Energy (GRE)

Pengembangan teknologi pengeringan batubara teknologi GRE yang memanfaatkan *waste heat* ini telah dimulai sejak 1997. Proyek ini mendapat bantuan dana dari Departemen Energi Amerika Serikat sebesar US\$ 13,5 juta pada tahun 2003. Pada tahun 2005 dibangun *prototype plant* kapasitas maksimum 112,5 ton/jam dan pada tahun 2007 dibangun tambahan modul pengering batubara untuk memenuhi kebutuhan batubara pada pembangkit listrik *Coal Creek* unit 2 berkapasitas 546 MW (Bullinger dan Sarunac, 2010). Tahun 2010, teknologi ini telah dilengkapi peralatan stratifikasi yang dapat memisahkan batubara berdasarkan berat jenisnya dan dinamakan *dryfining technology* (Great River Energy, 2010). Dengan demikian teknologi GRE ini di samping dapat mengurangi kadar air batubara juga dapat mengurangi kadar abu batubara.

Gambar 1 menampilkan diagram proses pemanfaatan panas terbuang untuk pengeringan batubara

yang dikembangkan oleh GRE. Energi panas tersisa dari *condenser* yang biasanya langsung dibuang ke laut/sungai dimanfaatkan lebih dulu untuk energi pengeringan batubara dalam reaktor *fluidized bed*. Energi tersebut di samping digunakan untuk memanaskan batubara secara langsung dalam tungku *fluidized bed* juga digunakan untuk memanaskan udara untuk keperluan proses fluidisasi (*fluidization air*). Suhu udara dan suhu air dalam pipa yang masuk ke dalam tungku *fluidized bed* hanya sekitar 40-50°C maka perlu ditambahkan sumber panas lain yaitu panas dari gas buang yang keluar melalui cerobong *boiler*.

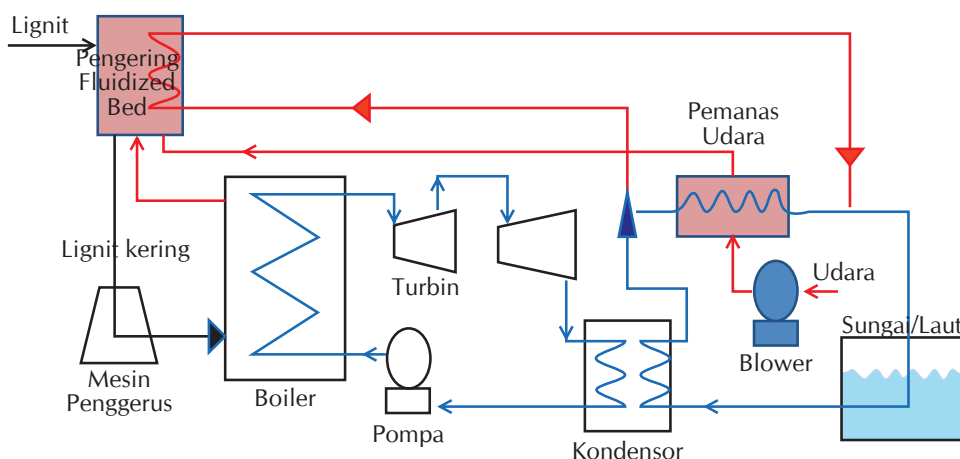
Penerapan teknologi GRE membutuhkan peralatan seperti pengering *fluidized bed*, penggerus batubara, penukar panas (*heat exchanger*), *bag filter* dan *blower*. Biaya instalasi dan operasi teknologi GRE berdasarkan persentase pengurangan air lembab dalam batubara ditampilkan pada Tabel 2. Biaya pembelian dan instalasi peralatan untuk pengurangan 19% air lembab batubara pada PLTU kapasitas 572 MW adalah US\$ 24.387.259. Biaya ini dihitung pada tahun 2005 sehingga perlu penyesuaian untuk menghitung biaya saat ini (tahun 2012). Biaya tetap terdiri dari biaya bunga, depresiasi dan asuransi dengan asumsi umur PLTU adalah 20 tahun. Biaya operasi dan pemeliharaan (*O&M cost*) meliputi biaya tenaga kerja, biaya pembelian bahan habis pakai dan biaya pemeliharaan alat.

Tabel 3 menampilkan hasil perhitungan biaya modal, biaya tetap dan biaya O&M pada tahun 2012 untuk mengurangi 19% air lembab batubara.

Tabel 1. Asumsi lokasi dan pasokan bahan baku

Uraian	Lokasi PLTU	
	Aceh	Banten
Kapasitas PLTU	300 MW	300 MW
Asal pasokan lignit	Aceh	Sumatera Selatan
Jarak tambang lignit dengan PLTU	50 km	380 km
Nilai kalor lignit	2995 kkal/kg (GAR)	2995 kkal/kg (GAR)
Spesifikasi batubara PLTU	CV = 4200 kkal/kg (GAR), TM = 30-33% dan Abu 6-8% (GAR)	CV = 4200 kkal/kg (GAR), TM = 30-33% dan Abu 6-8% (GAR)
Pasokan batubara SB	Kalimantan Selatan	Kalimantan Selatan
Jarak tambang batubara SB dengan PLTU	Laut : 1.800 mil Darat : 20 mil	Laut : 800 mil
Nilai kalor batubara SB	5.000 kkal/kg (GAR)	5.000 kkal/kg (GAR)

GAR = *Gross as recieved*



Gambar 1. Pemanfaatan panas terbuang (*waste heat*) untuk energi pengeringan batubara (Levy dkk., 2006)

Tabel 2. Biaya instalasi dan operasi teknologi GRE (Levy dkk., 2006)

Pengurangan air lembab (%)	Biaya peralatan dan instalasi (US\$)	Bunga bank per tahun (%)	Biaya tetap per tahun (US\$)	Biaya O&M per tahun (US\$)
9,6	23.446.409	6,5	3.622.470	507.321
10,8	23.550.919	6,5	3.638.617	507.321
16	24.034.868	6,5	3.713.403	507.321
19	24.387.259	6,5	3.767.832	507.321

Tabel 3. Hasil perhitungan biaya pengeringan batubara teknologi GRE

Uraian	Status	Nilai	Uraian	Satuan	Nilai
Kapasitas PLTU	MW	572	Air teruapkan	ton/tahun	790.919
Air lembab batubara basah	% berat	43,6	Biaya peralatan dan instalasi	US\$	37.897.472
Air lembab batubara kering	% berat	24,6	Biaya tetap	US\$/tahun	5.855.160
Umpan batubara basah	ton/jam	396,3	Biaya O&M	US\$/tahun	788.370
Umpan batubara kering	ton/jam	296,4	Total biaya tetap dan O&M	US\$/tahun	6.643.530
Air teruapkan	ton/jam	99,9	Biaya penguapan air lembab	US\$/ton-air	8,4

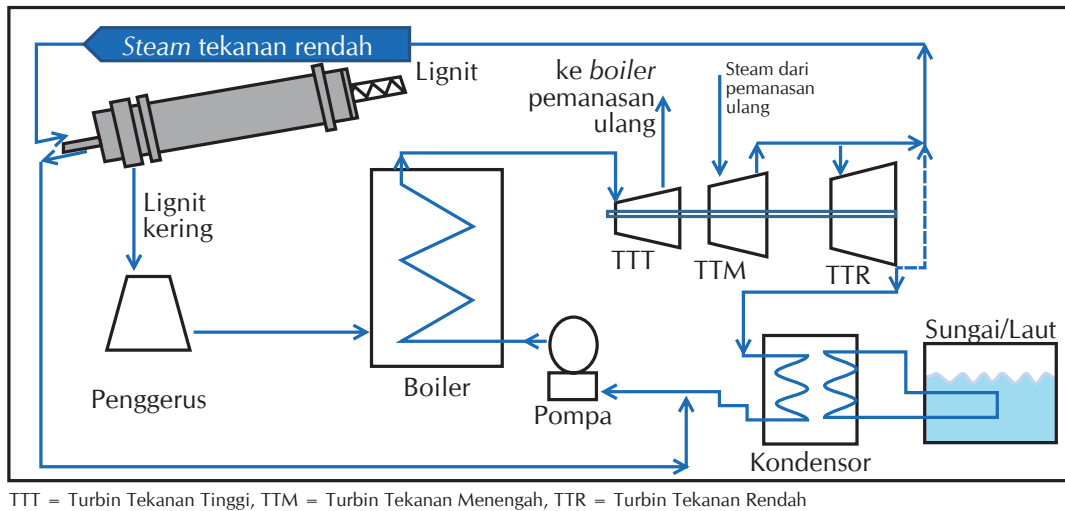
Kapasitas PLTU adalah 572 MW dan ekskalasi biaya investasi diasumsikan 6,5% setiap tahun. Pada tabel tersebut ditampilkan juga hasil perhitungan biaya pengurangan air lembab yaitu sebesar US\$ 8,4 per ton air lembab teruapkan.

### Biaya Pengeringan Batubara Teknologi Sojitz-TSK

Sojitz dan TSK telah mengembangkan teknologi pengeringan batubara menggunakan energi dari *low pressure steam*. Alat pengering yang dipakai

adalah pengering putar sistem pemanasan tidak langsung dengan *steam (steam tube dryer/STD)*. TSK berperan sebagai pengembang teknologi sedangkan Sojitz bertugas melakukan negosiasi dengan para pihak di Indonesia dan mempromosikan teknologi ini di Indonesia. Teknologi Sojitz-TSK ini telah terpilih menjadi calon teknologi yang akan diimplementasikan di Indonesia (Sojitz, 2011a). Gambar 2 menampilkan sketsa penggunaan *low pressure steam* untuk pengeringan batubara teknologi Sojitz-TSK.





Gambar 2. Pemanfaatan *low pressure steam* untuk pengeringan batubara dalam STD (Sojitz, 2011b)

PLTU kapasitas besar umumnya mempunyai turbin tekanan tinggi (TTT), turbin tekanan menengah (TTM) dan turbin tekanan rendah (TTR). *Super-heated steam* dari boiler masuk ke turbin tekanan tinggi dan *steam* dari turbin ini dikembalikan lagi ke boiler kemudian menjadi input TTM. *Steam* dari TTM masuk ke TTR dan *steam* tekanan rendah ini sebagian akan dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Kondisi *steam* sebelum masuk pengering batubara adalah mempunyai suhu antara 175-185°C dan setelah proses pengeringan mempunyai suhu antara 135-150°C (Sojitz, 2011b).

Biaya pengeringan batubara dalam kasus PLTU Labuhan ditampilkan pada Tabel 4. Biaya tetap meliputi biaya depresiasi (20 tahun), biaya bunga (6,5%/tahun) dan biaya asuransi (1% dari biaya peralatan & instalasi). Biaya pengurangan air lembab batubara dihitung dari total jumlah biaya tetap dan biaya O&M dibagi jumlah air teruapkan selama satu tahun (8000 jam) adalah US\$ 10,02/ton-air. Biaya penguapan air lembab teknologi Sojitz-TSK sedikit lebih mahal dibandingkan biaya penguapan air teknologi GRE. Walaupun demikian teknologi Sojitz-TSK ini telah diusulkan untuk dibiayai melalui skema *Bilateral Offset Credit Mechanism* (BOCM) yaitu suatu skema pembelian karbon yang lebih sederhana dibandingkan skema CDM (*Clean Development Mechanism*).

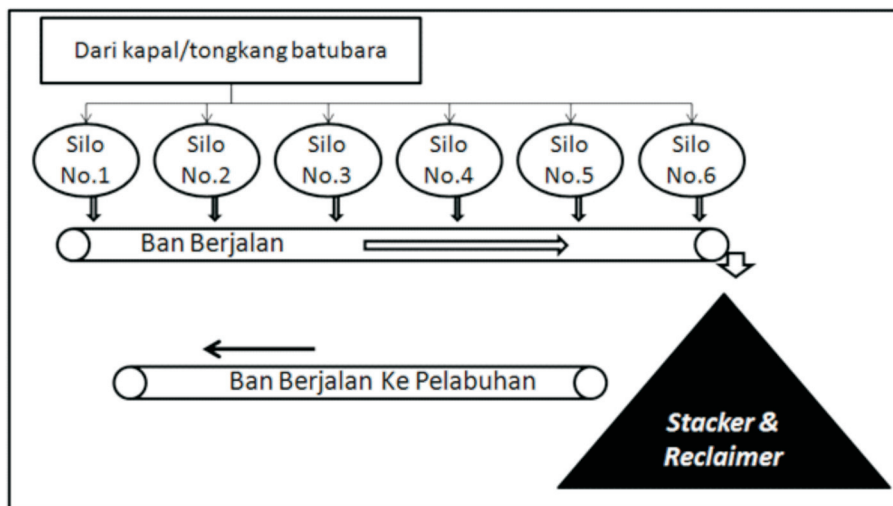
### Teknologi *Blending* Batubara

*Blending* batubara adalah mencampur beberapa jenis batubara untuk mendapatkan campuran yang

sesuai dengan spesifikasi batubara yang diinginkan konsumen. Hasil *blending* batubara akan lebih homogen bila *blending* dilakukan dengan menggunakan peralatan yang mempunyai kecepatan pemuatan (*loading rate*) terkecil. Oleh sebab itu *blending* menggunakan *belt conveyor* adalah lebih homogen dibandingkan dengan *bucket loader* atau *dump truck*.

Teknologi *blending* batubara yang dipakai untuk perhitungan keekonomian dalam makalah ini adalah teknologi yang diterapkan oleh Petrocom Energy Limited (PEL). Gambar 3 menampilkan proses *blending* batubara di *Coal Blending Facility* (CBF) milik PEL. Batubara dari pelabuhan ditumpuk di *stockpile* atau langsung dimasukkan ke masing-masing silo. Untuk melakukan proses *blending*, batubara dari masing-masing silo diumpukan ke ban berjalan dengan laju pengumpanan tertentu. Campuran dari beberapa jenis batubara ini selanjutnya ditumpuk di *stockpile* sehingga terjadi proses homogenisasi. Selanjutnya batubara yang sudah di-*blending* dimuat ke kapal untuk dikirim ke konsumen.

PEL berencana membangun *coal blending facility* (CBF) di Cigading, Banten. CBF Cigading didesain untuk mempunyai kapasitas 7,5 juta ton batubara per tahun yang dapat ditingkatkan menjadi 10 juta ton batubara per tahun dan diharapkan akan beroperasi pada akhir tahun 2012. Biaya *blending* batubara di CBF Cigading ini adalah US\$ 4 per ton batubara (PEL, 2011).



Gambar 3. Proses *blending* batubara (PEL, 2011)

**Perbandingan Biaya Penyediaan Batubara Kalori 4.200 kkal/kg dengan Cara Pengeringan Batubara dan *Blending* Batubara**

Biaya pengeringan dihitung dengan asumsi umpan proses pengeringan adalah batubara dengan nilai kalor 2.995 kkal/kg (GAR) sedang produk proses pengeringan adalah batubara dengan nilai kalor 4.200 kkal/kg (Tabel 1). Jumlah air yang harus diuapkan untuk mencapai nilai kalor tersebut adalah 286,9 kg per ton batubara umpan (Tabel 5) sehingga *yield* proses pengeringan adalah 71,3%. Karena biaya penguapan air teknologi GRE dan Sojitz-TSK berturut-turut adalah US\$ 8,4 (Tabel 3) dan 10,02 per ton air (Tabel 4) maka biaya pengeringan batubara teknologi GRE dan Sojitz-TSK berturut-turut adalah  $8,4 \times 0,2869 = \text{US\$ } 2,41$  dan  $10,2 \times 0,2869 = \text{US\$ } 2,87$  per ton batubara umpan. Untuk penyederhanaan, biaya pengeringan batubara yang akan dipakai dalam makalah ini adalah US\$ 2,87 per ton batubara umpan. Selanjutnya akan dihitung biaya penyediaan batubara untuk dua lokasi PLTU yaitu

Aceh dan Banten.

Tabel 6 menampilkan rekapitulasi biaya penyediaan batubara dengan nilai kalor 4.200 kkal/kg (GAR) per ton untuk PLTU di Aceh dan Banten. Biaya penyediaan batubara di ke dua lokasi tersebut adalah lebih murah jika dilakukan dengan cara pengeringan batubara dibandingkan jika dilakukan dengan cara *blending*. Lebih lanjut biaya pengeringan batubara di Aceh (US\$ 48,53/ton) adalah lebih murah dibandingkan di Banten (US\$ 61,87/ton) karena penggunaan batubara lokal di Aceh menghemat ongkos transportasi. Ongkos transportasi per ton lignit untuk PLTU Aceh adalah (US\$ 4,16) sedangkan untuk PLTU Banten adalah (US\$ 13,67). Sementara itu biaya penyediaan dengan cara *blending* nilainya hampir sama meskipun lokasi *blending* berada di daerah berbeda, Aceh dan Banten. Hal ini disebabkan komponen biaya terbesar untuk *blending* batubara adalah biaya pembelian batubara SB yang nilainya sama untuk ke dua PLTU tersebut.

Tabel 4. Biaya pengeringan batubara pada PLTU Labuhan Unit 1

Uraian	Satuan	Nilai	Uraian	Satuan	Nilai
Kapasitas PLTU	MW	300	Air teruapkan	ton/tahun	651.093
Air lembab batubara basah	% berat	43,6	Biaya peralatan dan instalasi	US\$	42.600.000
Air lembab batubara kering	% berat	10	Biaya tetap	US\$/tahun	5.325.000
Umpan batubara basah	ton/jam	218	Biaya O&M	US\$/tahun	1.200.000
Produk batubara kering	ton/jam	136,6	Total biaya tetap dan O&M	US\$/tahun	6.525.000
Air teruapkan	ton/jam	81,4	Biaya penguapan air lembab	US\$/ton-air	10,02

Tabel 5. Neraca massa pengeringan batubara

Batubara umpan	Massa (kg)	%	Batubara produk	Massa (kg)	% *
<i>Total moisture</i>	501,0	50,1	<i>Total moisture</i>	214,1	30,0
VM + FC	446,0	44,6	VM + FC	446,0	62,5
Abu	53,0	5,3	Abu	53,0	7,4
			Air teruapkan	286,9	
Total	1000,0	100,0	Total	1000,0	100,0
% * = persentase terhadap batubara kering VM + FC = <i>Volatile Matter</i> + <i>Fixed Carbon</i>					

Tabel 6. Biaya penyediaan per ton batubara dengan nilai kalor 4.200 kkal/kg (GAR) dengan cara pengeringan dan *blending*

Uraian	PLTU Aceh (US\$)		PLTU Banten (US\$)	
	Pengeringan	<i>Blending</i>	Pengeringan	<i>Blending</i>
Harga lignit per ton	27,57		27,57	
Kebutuhan lignit (ton)	1	0,4	1	0,4
Biaya pembelian lignit		27,57		11,03
Transportasi lignit per ton	4,16		13,67	
Transportasi lignit aktual		4,16		5,47
Harga batubara SB per ton		79,3		79,3
Kebutuhan batubara SB (ton)		0,6		0,6
Biaya pembelian batubara SB				47,58
Transportasi batubara SB per ton		9,72		3,12
Transportasi SB aktual				1,87
Biaya proses per ton umpan		2,87		4
Rasio lignit/SB		2/3		2/3
Total biaya penyediaan per ton umpan		34,6		69,95
Biaya Penyediaan Per Ton Produk		48,53		61,87

Biaya penyediaan batubara dihitung dengan asumsi dan acuan sebagai berikut:

- Harga batubara lignit dengan nilai kalor 2.995 kkal/kg (GAR) dan harga batubara sub-bituminus dengan nilai kalor 5.000 kkal/kg (GAR) adalah mengacu kepada HPB pemerintah bulan Pebruari yaitu berturut-turut US\$ 27,57 dan US\$ 79,30 per ton batubara (FOB).
- Biaya transportasi mengacu pada Peraturan Dirjen Minerba No. 999.K/30/DJB/2011 yaitu angkutan truk di wilayah Sumatera adalah Rp 750/ton/km dan biaya angkutan kapal (*Handy*) untuk wilayah Kalimantan Selatan adalah US\$ 0,0039/ton/mil. Asumsi 1 US\$ = Rp 9.000,-. Jarak tambang batubara ke PLTU sesuai Tabel 1.

- Untuk menghasilkan 1 ton batubara *blending* dengan nilai kalori 4.200 kkal/kg (GAR) dibutuhkan 0,4 ton batubara lignit dan 0,6 ton batubara sub bituminous.

### Pembahasan

Teknologi pengeringan batubara nampaknya menjadi alternatif yang patut dipertimbangkan untuk meningkatkan nilai kalor batubara sehingga memenuhi spesifikasi PLTU. Pengeringan batubara memerlukan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan *blending* batubara dan teknologi pengeringan yang terintegrasi dengan PLTU (*combined*

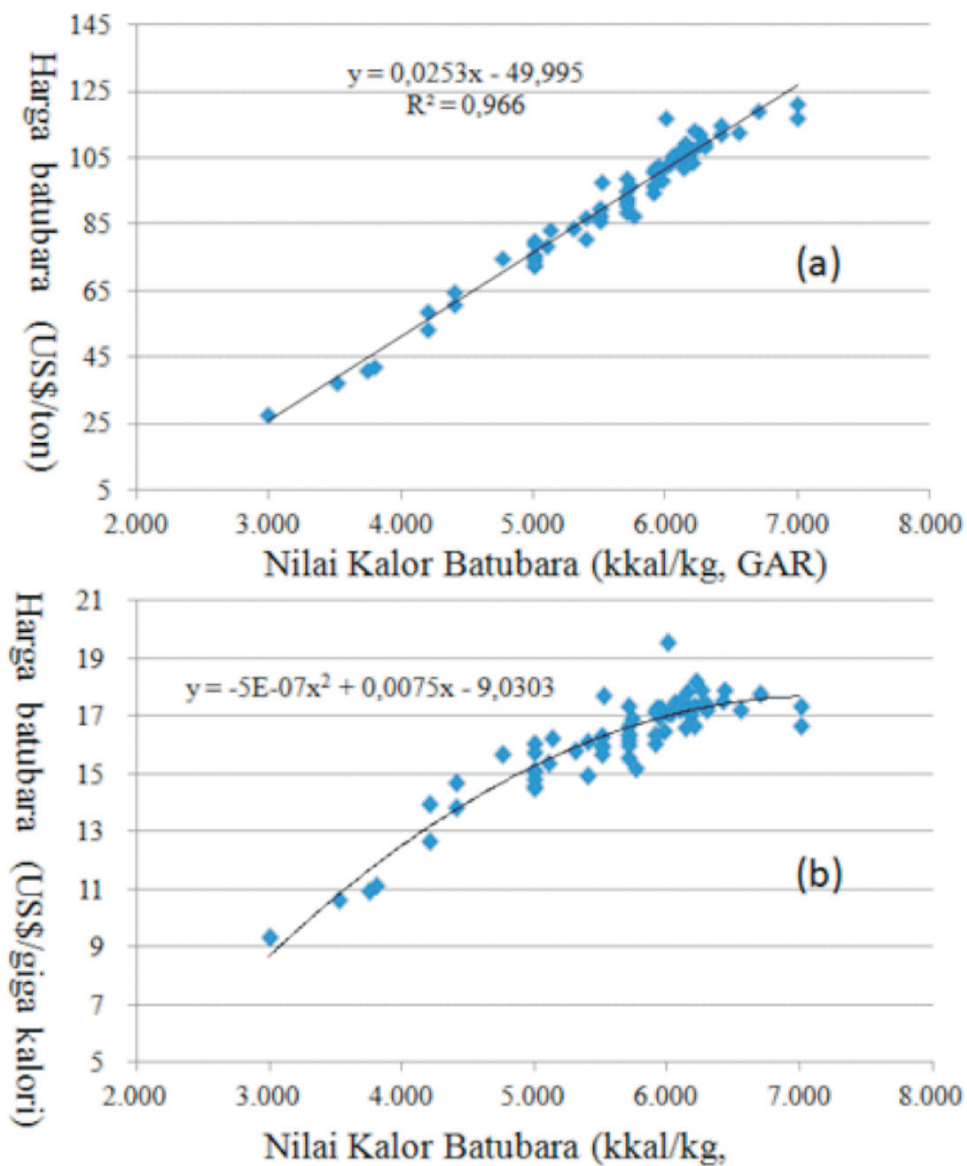


heat and power) dapat mengurangi total emisi CO<sub>2</sub> di PLTU. Pengeringan batubara juga menghasilkan batubara dengan sifat fisik yang lebih baik. Berikut akan dibahas faktor biaya dan isu lingkungan pada penerapan teknologi *blending* dan pengeringan batubara dan perubahan sifat fisik batubara setelah proses *blending* dan pengeringan batubara.

**Faktor Biaya dan Isu Lingkungan**

*Blending* batubara memerlukan biaya mahal karena *blending* batubara memerlukan batubara kalori tinggi yang mempunyai harga dan ongkos transportasi yang mahal. Karena hal tersebut,

*blending* batubara masih lebih mahal dibandingkan pengering-an batubara meskipun bila biaya proses *blending* dianggap nihil (US\$ 0). Sebaliknya pengeringan batubara diuntungkan oleh struktur harga batubara di Indonesia yang mengacu harga pokok batubara yang diterbitkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Gambar 4 menampilkan harga patokan batubara Indonesia. Semakin rendah nilai kalor batubara semakin murah harga energi-nya. Sebagai contoh harga batubara dengan nilai kalor 6.000 kkal/kg adalah sekitar US\$ 17/ giga kalori, dilain pihak harga batubara dengan nilai kalor 3.000 kkal/kg hanya US\$ 9/giga kalori. Adanya perbedaan harga yang mencolok tersebut



Gambar 4. Harga patokan batubara per satuan berat (a) dan per satuan energi (b)

menyebabkan industri pengeringan batubara mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi dibandingkan industri *blending* batubara.

Berbeda dengan *blending*, teknologi pengeringan batubara dengan sistem *co-generation* atau *combined heat and power* (CHP) dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari PLTU. Teknologi CHP juga sudah *proven* dan umum diaplikasikan di industri pengolahan makanan, pulp & kertas, kimia dan industri pemurnian logam dan minyak. Sekitar 10% dari listrik dunia dihasilkan melalui sistem CHP. Negara dengan persentase CHP terbesar adalah Denmark (50%) diikuti oleh Finlandia, Rusia, Latvia dan Belanda dengan kontribusi sekitar 30% (IEA, 2008).

Total efisiensi CHP dapat mencapai lebih dari 76% sementara itu efisiensi hanya mencapai 60% bila *steam* untuk listrik dan *steam* untuk industri dihasilkan dari *boiler* yang terpisah. Karena CHP berpeluang untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> melalui peningkatan efisiensi energi, negara-negara G8 dalam pertemuan di Heiligendamm tahun 2007 menyerukan peningkatan kontribusi listrik yang dihasilkan dari CHP. International Energy Agency memprediksi akan terjadi pengurangan emisi CO<sub>2</sub> di pembangkit listrik lebih dari 4% sebelum 2015 dan 10% sebelum 2030 bila penggunaan CHP ditingkatkan.

Walaupun teknologi CHP sudah *proven* dan ditinjau dari segi lingkungan dan ekonomi sangat menarik tetapi aplikasi teknologi ini masih kurang mendapat perhatian. Hal ini antara lain disebabkan dalam sistem CHP, jarak antara PLTU dengan pengguna *steam* tidak boleh terlalu jauh padahal yang ada saat ini lokasi PLTU jauh dari kawasan industri. Di negara Eropa, *steam* dari sistem CHP dimanfaatkan untuk pemanas ruangan di perumahan tetapi hal ini tidak mungkin dilakukan untuk PLTU berbahan bakar batubara karena lokasi PLTU-batubara umumnya menjauhi pemukiman penduduk.

Mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan sistem CHP maka aplikasi potensial CHP di Indonesia adalah untuk pengeringan batubara karena alasan sebagai berikut: Indonesia mempunyai banyak cadangan batubara peringkat rendah, pengeringan batubara secara ekonomis menguntungkan (lebih murah dibandingkan *blending*) dan pabrik pengeringan batubara dapat diintegrasikan dengan PLTU. Sistem CHP merupakan salah satu solusi yang lebih murah dibandingkan dengan solusi lainnya seperti teknologi *supercritical steam* untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran batubara di PLTU

(IEA, 2008).

### **Pengaruh Perubahan Sifat-Sifat Batubara setelah Dilakukan Proses *Blending* atau Pengeringan terhadap Kinerja PLTU**

Sifat fisik batubara yang akan dibahas disini adalah nilai HGI (*hardgrove grindability index*). Nilai HGI batubara ditentukan oleh antara lain peringkat dan kandungan air batubara serta oleh jenis maseral dan jenis mineral yang ada dalam batubara. Umumnya HGI bukan merupakan parameter yang bersifat aditif sehingga nilai HGI batubara hasil *blending* tidak dapat dirata-ratakan dari nilai HGI batubara asalnya tetapi bila jenis mineral dan jenis maseral dalam batubara yang akan di-*blending* hampir sama dan peringkatnya tidak jauh berbeda, HGI kemungkinan dapat menjadi parameter yang bersifat aditif (Wall dkk., 2001).

Proses pengeringan batubara diperkirakan akan merubah sifat fisik batubara terutama ukuran dan sifat ketergerusannya karena penggunaan panas dan adanya proses mekanis pada reaktor pengeringan. Secara khusus proses pengeringan diperkirakan akan merubah nilai HGI dari batubara. Nilai HGI berpengaruh langsung pada kapasitas mesin penggerus dan kehalusan ukuran (*fineness*) batubara dan berpengaruh tidak langsung pada tingkat emisi NO<sub>x</sub> dan jumlah batubara yang tak terbakar (*unburned carbon*) dalam *boiler*. Batubara dengan nilai HGI rendah memerlukan energi penggerusan lebih tinggi dan kadang tidak dapat mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan. Sebagai contoh PLTU di Jepang mensyaratkan spesifikasi batubara dengan nilai HGI > 40 (Juniper, 1995) dan PLTU di San Jose Guatemala hanya memerlukan dua unit alat penggerus bila batubara yang dipakai mempunyai nilai HGI sesuai desain yaitu dalam kisaran 50-80 tetapi akan memerlukan tiga alat penggerus bila HGI batubara yang dipakai dalam kisaran 43-52 (Dube dkk., 2000).

Pengeringan batubara umumnya meningkatkan nilai HGI. Sebagai contoh proses pengeringan dengan *flash dryer* yang dikembangkan oleh White Energy meningkatkan nilai HGI batubara Indonesia yaitu dari nilai rata-rata 40-50 menjadi 90 dan mengurangi indeks abrasi dari sekitar 10 menjadi kurang dari 5 (White energy, 2007). Meningkatnya nilai HGI dan berkurangnya indeks abrasi akan meningkatkan kapasitas alat dan mengurangi biaya perawatan peralatan yang akibatnya dapat mengurangi ongkos penggerusan, tetapi meningkatkannya nilai HGI ini harus diikuti oleh penyesuaian para-

meter dan variabel alat operasi penggerus sehingga menghasilkan batubara halus dengan jumlah dan ukuran sesuai spesifikasi *boiler* yang ada. Pada mesin penggerus tipe lama maka harus dilakukan *shut down* terhadap PLTU untuk menyesuaikan parameter dan variabel operasi alat tersebut tetapi pada mesin-mesin penggerus tipe baru penyesuaian parameter alat dan variabel operasi tersebut dapat dilakukan secara *online* atau tanpa proses *shut down* (Alstom, 2009).

Hal lain yang harus diperhatikan dalam pemanfaatan batubara yang telah dikeringkan untuk bahan bakar pada PLTU adalah masalah *slagging* dan *fouling*. *Slagging* adalah fenomena melengketnya abu batubara pada dinding *boiler* di zona radiasi yang bersuhu tinggi (Hare dkk., 2010). *Slagging* terjadi bila abu batubara yang meleleh atau bersifat lengket (*sticky*) terlempar dan menempel ke dinding *boiler*. *Slagging* dapat dicegah dengan menggunakan batubara yang mempunyai titik leleh abu tinggi dan menerapkan metoda pembakaran (*firing*) yang tepat (*tangential firing*, *symmetrical firing*) yang dapat mengarahkan sisa pembakaran (abu) menjauhi dinding *boiler* di zona radiasi. *Fouling* adalah fenomena melengketnya abu batubara di zona konveksi (zona *superheater* dan *reheater*). *Fouling* umumnya disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa alkali (natrium dan kalium) di dalam abu terbang yang mengikat partikel-partikel abu terbang sehingga menggumpal dan menempel lebih kuat pada pipa-pipa *boiler*. *Soot blower* harus digunakan secara periodik agar abu terbang tidak menumpuk dan membentuk ikatan yang kuat.

Penggunaan lignit yang sudah dikeringkan pada *boiler* batubara bituminus akan lebih beresiko menimbulkan *slagging* dibandingkan pada boiler lignit karena *boiler* batubara bituminus mempunyai dimensi yang lebih sempit sehingga kemungkinan potensi tumbukan antara abu yang leleh dengan dinding *boiler* lebih besar. Lignit yang sudah dikeringkan hendaknya dibakar di *boiler* lignit oleh sebab itu nilai kalor lignit kering harus disesuaikan dengan desain *boiler* lignit.

Saat ini penelitian untuk mengatasi *slagging* dan *fouling* lebih intensif dilakukan karena penggunaan lignit kering dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> secara signifikan (sekitar 300 juta CO<sub>2</sub> per tahun (IEA, 2011)). Sebuah PLTU di Niederaussem, Jerman berencana untuk meningkatkan efisiensinya dengan menggunakan lignit yang sudah dikeringkan. Teknologi pengeringan batubara yang akan dipakai adalah teknologi *fluidized bed* yang dikembangkan

oleh perusahaan WTA. Diharapkan PLTU dengan bahan bakar lignit kering akan banyak dibangun di negara-negara yang kaya akan cadangan lignit seperti Indonesia, Rusia, Jerman dan Australia untuk menekan tingkat emisi CO<sub>2</sub> dari PLTU batubara (IEA, 2011).

## KESIMPULAN

Peluang aplikasi teknologi pengeringan batubara dan *blending* batubara di Indonesia ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan telah dievaluasi dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi teknologi pengeringan batubara yang terintegrasi dengan PLTU dalam sistem *co-generation* atau *combined heat and power* (CHP) seperti teknologi Sojitz-TSK memerlukan total biaya (biaya proses dan biaya pembelian batubara) yang lebih murah dibandingkan total biaya aplikasi teknologi *blending*.
2. Porsi terbesar dari total biaya *blending* adalah biaya pembelian dan transportasi batubara sub-bituminus.
3. Pengeringan batubara memerlukan biaya yang lebih murah karena umpan batubara untuk proses pengeringan mempunyai harga energi (US\$/giga kalori) yang lebih rendah. Lebih lanjut biaya transportasi batubara yang akan dikeringkan dapat lebih murah karena digunakannya batubara lokal.
4. Pengeringan batubara dengan sistem *co-generation* atau CHP cocok diaplikasikan di Indonesia dan merupakan salah satu solusi murah untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> oleh adanya pembakaran batubara peringkat rendah di PLTU.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allardice, D.J. and Young, B.C., 2001. Utilisation of low rank coals. *Proceedings of Pittsburgh Coal Conference*, Newcastle, Australia, Hal.1-18.
- Alstom, 2009. PV-PRO™ 89 system a fineness, capacity & operational flexibility solution for coal pulverizers. *Brochure*, 8 hal., www.apcompower.com.
- Bullinger, C.W. and Sarunac, N., 2010. Lignite fuel enhancement, Technical Report, Great River Energy.

- Dube, R., Gillum, C., Toupin, K. and Erickson, J., 2000. *Unique boiler design flexibility for a wide range of coal properties for cgesj san jose guatemala project*. Babcock Borsig Power, Inc. Technical Publication, 20 hal.
- Great River Energy, 2010. DryFinishing™: Getting more from coal, *Great river news magazine February 2010*, www.GreatRiverEnergy.com.
- Gorbarty and Martin L., 1994. Prominent frontiers of coal science: Past, present and future. *Fuel*, vol. 73 No. 12, Hal. 1819 – 1828.
- Hamilton, J., 2011. Reducing the cost of using brown coal for generation by cutting its CO<sub>2</sub> impact. *Presentation in All Energy Conference*, Melbourne, Australia, www.all-energy.com.au.
- Hare, N., Rasul, M.G. and Moazzem, S., 2010. A review on boiler deposition/fouling prevention and removal techniques for power plant. *Proceedings of the 5th IASME/WSEAS international conference on energy & environment*, University of Cambridge, Hal. 217-222.
- IEA, 2011. Power generation from coal: ongoing development & outlook. Information paper, OECD/IEA, 49 hal.
- IEA, 2008. Combined heat and power: Evaluating the benefits of greater global investment. OECD/IEA, 39 hal.
- Juniper, L., 1995. Practical coal quality evaluation of export thermal coals. *Proceedings of Bowen Basin Symposium*, Queensland.
- Karthikeyan, M. and Mujumdar, A.S., 2007. Factors affecting quality of dried low rank coals. *Technical Report*, Department of Mechanical Engineering & Minerals, Metals and Materials Technology Centre (M3TC), National University of Singapore, 28 hal.
- Lemigas, 2010. Kajian bahan baku batubara dan CO<sub>2</sub> manajemen untuk pengembangan CTL di Indonesia. Laporan Program Pembinaan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara No. 04.06.01.0039.03625D, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "Lemigas" Jakarta, 280 hal.
- Levy, E.K, Sarunac, N., Bilirgen, H. and Caram, H., 2006. Use of coal drying to reduce water consumed in pulverized coal power plants. *Final Report*, Energy Research Center Lehigh University, 104 hal.
- PEL, 2011. Indonesian coal blending facility – CBF®: Strategic business plan. Petrocom Energy Limited, 26 hal.
- Pronyk, C., Cenkowski, S. and Muir, W.E., 2005. Superheated steam: Its not just about drying. *Paper No. 05-009, CSAE/SCGR Meeting Winnipeg*, Manitoba, Canada, June 26 - 29, 2005.
- Schippers, F., 2010. High efficiency with lignit: Experience with lignit drying at Niederausse. *Power point presentation, IEA Workshop on Energy Efficiency and Clean Coal Technologies*, 25-27 October 2010, Moscow.
- Sojitz, 2011a. Sojitz & Tsukishima Kikai launch project to promote greenhouse gas reducing technologies. News release August 31, www.sojitz.com.
- Sojitz, 2011b. Dissemination of global warming mitigation technology: Low rank coal power plant efficiency improvement. Progress Report Submitted to NEDO, 191 hal.
- Surya, M.Y, 2010. *PLTU dan Batubara Aceh*. *Berita harian serambi Indonesia*, 10 Juni 2010, www.lpsipa.wordpress.com.
- Wall, T., Elliott, L., Sanders, D. and Conroy, A., 2001. Review of the state-of-the-art in coal blending for power generation. Technology Assessment Report 14, Advanced Technology Centre, The University of Newcastle, Australia, 97 hal.
- White energy, 2007. BCB coal upgrading a case study. Power point presentation, *Coaltrans conference*, 14-15 November 2007, Jakarta.