

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menjawab tujuan penelitian mengenai “Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di Industri Semen”, maka peneliti akan membahas masing-masing tujuan meliputi faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan BBA, kendala-kendala penggunaan BBA, keamanan pasokan BBA, efisiensi biaya, reduksi emisi karbon dan pengaruh penggunaan BBA dengan biaya pengelolaan limbah pasca produksi. Uraian selanjutnya adalah menghubungkan keenam pembahasan di atas dalam kajian mengenai keberlanjutan penggunaan BBA akan dibahas dari aspek; keuntungan secara ekonomi, penerimaan masyarakat dan manajemen pengelolaan lingkungan.

5.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemilihan BBA

Instalasi pada P8 dikhususkan untuk BBA padat. Pada awalnya penggunaan BBA difokuskan pada biomassa. Penggunaan biomassa ini adalah bagian dari upaya penurunan CO₂ yang berasal dari penggunaan batubara pada tanur semen, yang menjadi bagian dari program CDM Indocement. Karbon dioksida dari biomassa yang dihasilkan dianggap ekuivalen dengan CO₂ yang diserap selama tumbuhan hidup. Substitusi dengan BBA secara signifikan akan mengurangi konsumsi batubara menghasilkan emisi total tanpa memasukkan nilai CO₂ dari biomassa (*gross emission total*) dan memperpanjang umur penggunaan LB3 yang merupakan derivat fosil.

Setelah diperoleh ijin pengolahan LB3 seperti lumpur minyak, maka BBA di P8 merupakan campuran antara biomassa, LB3 dan bahan bakar primer yaitu batubara. Biomassa terdiri atas serbuk gergaji, sekam dan cangkang kelapa sawit. Serbuk gergaji yang memiliki karakteristik halus dan memiliki sifat menyerap digunakan sebagai absorben bagi lumpur minyak.

Tabel 17. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemilihan BBA

Faktor-faktor		Jumlah informan yang menyatakan		
		Ya	Tidak	Total
1	Nilai Kalori	13	4	17
2	Kadar Air	13	4	17
3	Kemudahan Penanganan	12	5	17

Hasil wawancara mendalam dengan 17 informan dapat dilihat pada Tabel 17 diperoleh bahwa kriteria pemilihan BBA yang digunakan di perusahaan semen antara lain; nilai kalori (*heating value*, HV), kandungan air (*moisture content*, MC) dan kemudahan penanganan (*pre-treatment*). *Co-processing* sebagai teknologi pemanfaatan kembali limbah pada tanur semen telah melalui proses uji coba (tahun 2005-2006) sebelum diterapkan serta pengujian efisiensi pemusnahan LB3 sehingga dampak penggunaan LB3 dapat diminimalisasi.

5.1.1. Nilai Kalori

Nilai kalori menjadi parameter yang sangat penting dalam pemilihan bahan bakar. Semakin dekat nilai kalori BBA dengan bahan bakar fosil, semakin disukai karena akan dicapai substitusi yang cukup menguntungkan. Sebelum digunakannya BBA, P8 menggunakan batubara dengan nilai kalor tinggi ($HV > 6.200$ kkal/kg).

Tabel 18. Nilai Kalor Batubara dan BBA Utama P8

Tahun	Bulan	HV SD	HV RH	HV PK	HV OS	HV Batubara
		Kkal/kg	Kkal/kg	Kkal/kg	Kkal/Liter	Kkal/kg
2007	September	3.979,29			9.776,11	6.229,84
	Oktober	3.650,93			10.249,67	6.094,15
	November	4.400,00		4.428	4.067,59	6.161,79
	Desember	4.048,38		4.549,97	8.609,81	6.094,29
2008	Januari	4.260,62			7.278,70	5.980,13
	Februari	3.946,76			7.545,72	6.095,51
	Maret	3.957,56	3.005,27		7.513,72	6.071,39
	April	3.940,38	2.949,80	4.430,13	7.930,87	5.809,35
	Mei	3.954,55	3.058,25	4.135,60	5.720,55	5.886,64
	Juni	3.987,03	3.171,73	4.256,05	6.592,83	6.049,69
	Juli	3.968,94	3.021,78	4.367,31	6.938,37	6.023,93
	Agustus	3.844,25	3.263,41		7.728,07	5.947,48
	September	3.921,86	3.263,08		6.644,50	5.872,74
	Oktober	4.028,18	2.668,18		7.891,73	5.531,85
	November	3.643,06	2.393,66	4.445,15	10.801,04	5.810,25
	Desember	3.766,86	2.880,88		4.351,49	5.660,90

SD= Serbuk Gergaji, RH= Sekam, PK= Cangkang Sawit, OS= Lumpur Minyak

Komposisi BBA yang digunakan pada P8 adalah campuran antara serbuk gergaji, lumpur minyak, dan cangkang kelapa sawit (dan sekam). Pencampuran dilakukan dengan proporsi 35% serbuk gergaji, 35% lumpur minyak dan 30% sekam dan

cangkang kelapa sawit hingga mencapai $HV \pm 3.000$ kkal/kg dan $MC \leq 30\% \pm 5\%$. Semakin tinggi nilai kalori campuran BBA ini akan mengurangi konsumsi batubara.

Dengan berat jenis lumpur minyak berkisar 0,8-1,05 kg/liter, nilai kalor lumpur minyak tertinggi periode 2007-2008 mencapai 12.812,08 kkal/kg. Lampiran B yang disajikan dalam Tabel 18 mengenai konsumsi bahan bakar P8 sesudah pengembangan BBA menunjukkan bahwa nilai kalor BBA lebih dari 2.500 kkal/kg. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan jenis BBA dipengaruhi nilai kalor bahan bakar yang akan memberikan kontribusi pada panas pembakaran total.

Tabel 19. Nilai Kalor Batubara Sebelum Penggunaan BBA

Bulan (2007)	Nilai Kalor Batubara
	Kkal/kg
Maret	6.286,14
April	6.251,37
Mei	6.296,35
Juni	6.202,56
Juli	6.378,17
Agustus	6.371,03

Pada Tabel 19 terlihat bahwa penggunaan batubara sebelum penggunaan BBA adalah jenis batubara bernilai kalor tinggi (*high CV*) dan mengalami penurunan pada saat program BBA berjalan dengan penggunaan batubara bernilai kalor menengah.

5.1.2. Kandungan Air

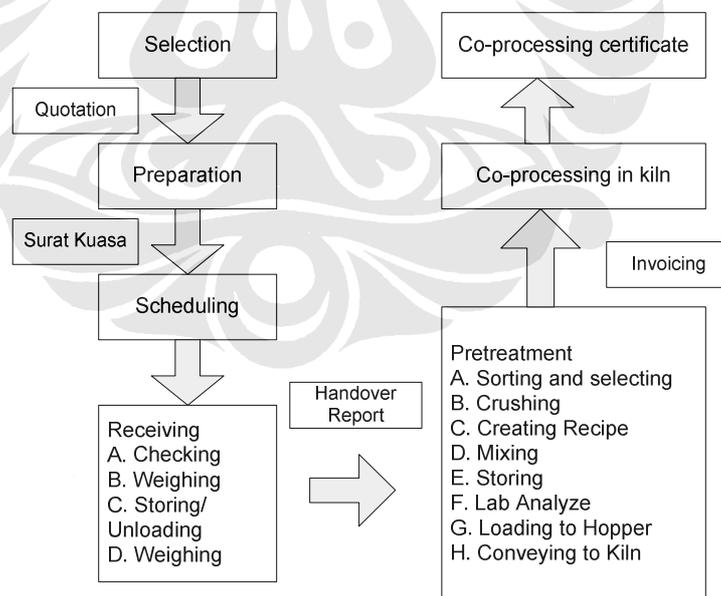
Departemen Suplai mensyaratkan kandungan air pada biomassa sebesar $\leq 30 \pm 5\%$. Persyaratan ini mengalami pengecualian pada musim penghujan, dimana batas MC adalah 50%. Pengendalian kandungan air pada penerimaan biomassa ini berfungsi untuk mengoptimalkan kalor yang dapat dihasilkan pada saat pembakaran berlangsung.

Kandungan air yang cukup tinggi pada serbuk gergaji yang berfungsi sebagai absorben lumpur minyak akan mengurangi kemampuan penyerapan sehingga

diperlukan serbuk gergaji dalam jumlah besar untuk jumlah lumpur minyak yang sama. Karakteristik LB3 yang digunakan sebagai BBA juga variatif kandungan airnya akan membutuhkan biomassa dengan daya absorpsi yang cukup besar. Biomassa dan LB3 akan mengalami pencampuran pada sumur pencampur (*mixing pit*) hingga MC mencapai $\leq 30 \pm 5\%$ dan nilai kalor ± 3.000 kkal/kg. Pencampuran selain dilakukan untuk menghomogenkan BBA, juga mengurangi kadar air pada bahan bakar campuran sehingga didapatkan hasil yang optimal. Setelah proses pencampuran mencapai nilai MC seperti disebutkan di atas, bahan bakar campuran akan disimpan dalam tempat penyimpanan dan siap diumpankan dengan teknik FIFO (*first in first out*).

5.1.3. Kemudahan Penanganan

Sistem pengumpanan pada P8 ditujukan untuk BBA padat. Instalasi pengumpanan (*feeding point*) pada tanur semen pada awalnya dikhususkan untuk penggunaan BBA berjenis biomassa sebagai bagian dari program reduksi emisi karbon. Pada perkembangannya biomassa berfungsi sebagai absorben bagi lumpur minyak.



Gambar 17. Diagram Alir *Co-processing*
(Sumber: Indocement, 2008)

Gambar 17 adalah alur penanganan awal BBA jenis LB3 yang terdiri atas; penyortiran, pemotongan (*crushing*), penyiapan komposisi campuran (*recipe*),

penyampuran, penyimpanan dan analisis laboratorium. Perlakuan awal yang demikian panjang mempengaruhi unit biaya per satuan berat. Pada praktiknya, limbah padat lebih disukai yang telah dipotong, karena terjadi efisiensi penanganan yang akan ‘memangkas’ waktu pengolahan fisik limbah. Limbah B3 yang memiliki ukuran cukup besar memerlukan perlakuan awal berupa pemotongan. Hal ini akan mempengaruhi biaya operasional yang akan diakumulasikan pada nilai kompensasi limbah yang harus dibayarkan penghasil LB3.

LB3 yang akan dimanfaatkan sebagai BBA harus disertai dengan lembar analisis laboratorium luar yang menjelaskan mengenai kandungan pengotor yang ada di dalamnya. Kriteria mengenai batasan kandungan pengotor mengacu pada Kepmen LH No. 390 tentang Izin Pemanfaatan LB3. Berdasarkan nilai batas pada Kepmen tersebutlah LB3 diterima/ ditolak sebagai BBA PT ITP.

5.2. Kendala-kendala Penggunaan Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif mulai digunakan di industri semen pada tahun 2006. Penyertaan LB3 dalam campuran BBA pun telah melalui serangkaian uji coba (*trial burning test*) dan dalam bentuk legal kepada PT ITP dibuktikan dengan dikeluarkannya Surat Tidak Keberatan Uji Coba Pemusnahan LB3 pada periode 2005-2006 untuk mengawasi emisi unsur-unsur yang berbahaya termasuk di dalamnya emisi dioksin/furan. Proses produksi dengan sistem kontinyu mengakibatkan standar yang digunakan bukanlah derajat pemusnahan (*Destruction Removal Efficiency, DRE*) seperti pada insinerator, tetapi parameter emisi logam berat termasuk di dalamnya emisi dioksin/furan.

Tabel 20. Kendala-kendala Penggunaan BBA

Kendala-kendala		Jumlah informan yang menyatakan		
		Ya	Tidak	Total
1	Biaya	13	4	17
2	Kualitas biomassa yang fluktuatif	11	6	17
3	Kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi	11	6	17

Hasil wawancara mendalam dengan 17 informan dapat dilihat pada Tabel 20 dengan hasil bahwa penggunaan BBA memiliki beberapa kendala yang berasal dari segi biaya dan karakteristik limbah yaitu; kualitas biomassa yang fluktuatif dan kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi.

Co-processing sebagai teknologi yang memungkinkan pembakaran LB3 telah diterapkan di perusahaan semen luar negeri sejak 1970-an. Temperatur *kiln* yang tinggi, waktu tinggal yang lama, dan kemampuan mengabsorpsi residu anorganik menghasilkan proses destruksi yang sempurna untuk pembakaran LB3 sementara pemanfaatan kembali nilai kalori limbah menjadi hal yang sejalan dengan konsepsi pengelolaan energi berwawasan lingkungan (*environmentally sound manner*). Terlihat pada Tabel 21, dengan temperatur di atas 1450°C di *kiln* (*main burner*) konstituen organik mengalami destruksi sempurna, sementara dioksin/furan yang dikhawatirkan terbentuk, terjadi bila pembakaran berada di bawah temperatur 950°C.

Tabel 21. Kondisi Operasi Pembakaran

Karakteristik	Suhu dan Waktu
Suhu di pembakar utama (<i>main burner</i>)	a. Lebih dari 1450°C: bahan baku b. Lebih dari 1800°C: temperatur nyala
Waktu tinggal di pembakar utama	a. 12-15 detik dan >1200°C b. 5-6 detik dan >1800°C
Suhu di <i>precalciner</i> (untuk kalsinasi awal)	a. Lebih dari 850°C b. Lebih dari 1000°C
Waktu tinggal di <i>precalciner</i>	2-6 detik dan >800°C

5.2.1. Biaya

Investasi yang dikeluarkan untuk membangun instalasi pemanfaatan BBA termasuk sangat mahal. Perusahaan semen yang telah menerapkan *co-processing* di Indonesia dapat dikategorikan perusahaan semen dengan pemilikan modal asing seperti Indocement dengan Heidelberg-nya dan Holcim yang sebagian besar sahamnya dimiliki oleh Holcim, Ltd. Lambatnya respon industri untuk berinovasi pada program diversifikasi energi meski insentif seperti CER mulai diperkenalkan diakibatkan besarnya investasi dan panjangnya perioda pengembalian modal

(Return of Investment, ROI). Beberapa instalasi yang perlu dibangun untuk mendukung operasional BBA antara lain:

1. tempat penyimpanan sementara (*storage*)
2. peralatan; alat pemotong/pencacah (*crusher*), sumur pencampur (*mixing pit*), tempat pengumpanan (*hopper*), dan alat transfet berupa conveyor (ban berjalan)
3. stasiun pemantauan, yang digunakan untuk mengontrol terjadinya tumpahan dan sebagainya.

Sebelum penggunaan BBA parameter yang harus dipantau untuk tanur semen meliputi: total partikel, sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan opasitas. Parameter ini mengacu pada Kepmen LH Nomor: Kep-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tak Bergerak. Keempat parameter di atas dapat dilakukan dengan bantuan laboratorium dalam negeri. Sebuah perubahan besar meliputi instalasi dan biaya jika digunakan BBA karena berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 390 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Emisi Kegiatan di *Kiln* Semen- AFR yang diberikan kepada PT ITP, terdapat 18 parameter pemantauan (Tabel 22) yang harus dilaporkan secara periodik kepada Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Tabel 22. Baku Mutu Emisi Kegiatan di Tanur Semen

Parameter	Baku Mutu	Periode Pemantauan
Partikulat	80 mg/Nm ³	3 bulan sekali
Sulfur Dioksida (SO ₂)	800 mg/Nm ³	
Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1000 mg/Nm ³	
Hidrogen Fluorida (HF)	10 mg/Nm ³	
Hidrogen Klorida (HCl)	70 mg/Nm ³	
Chromium (Cr)	1 mg/Nm ³	
<i>Total Hydrocarbon</i> (sebagai CH ₄)	35 mg/Nm ³	
Lead (Pb)	5 mg/Nm ³	
Arsenic (As)	1 mg/Nm ³	
Cadmium (Cd)	0,2 mg/Nm ³	
Mercury (Hg)	0,2 mg/Nm ³	
Thallium (Tl)	0,2 mg/Nm ³	
Antimoni (Sb)	0,5 mg/Nm ³	
Cobalt (Co)	0,5 mg/Nm ³	
Copper (Cu)	0,5 mg/Nm ³	
Nickel (Ni)	0,5 mg/Nm ³	

... lanjutan Tabel 22

Parameter	Baku Mutu	Periode Pemantauan
Vanadium (V)	0,5 mg/Nm ³	3 bulan sekali
Dioxin/Furan	1 ng TEQ/ Nm ³	Satu kali per tahun

*) Dikoreksi terhadap 10% Oksigen dan pada temperatur 25⁰C, tekanan 76 cmHg
TEQ = Toxicity Equivlent Quotient

Parameter seperti dioksin/furan saat ini belum dapat dianalisis laboratorium di Indonesia, karena belum ada laboratorium dalam negeri yang memiliki kemampuan untuk melakukan pengukuran sampel tersebut. Dioksin/furan memiliki isomer cukup banyak dengan toksistas yang hampir mirip. Pengujian terhadap kemungkinan terbentuknya dioksin/furan dari pembakaran LB3 pada tanur semen memerlukan waktu yang cukup lama karena kompleksitas molekul keduanya. Pada periode 2007-2008 pemantauan parameter dioksin/furan melibatkan pengujian identifikasi 17 senyawa yang merupakan isomer dioksin/furan (*like dioxin/furan*) dari sampel yang dikirimkan.

Untuk pemantauan dioksin/furan PT ITP bekerja sama dengan *European Cement Research Academy* (ECRA) yang berlokasi di Jerman. Biaya pemeriksaan emisi yang harus dikeluarkan untuk pengoperasian BBA dapat dilihat pada Tabel 23. Biaya yang dikeluarkan tiap *plant* mencapai Rp 745.000.000,-/tahun jika parameter selain dioksin/furan diuji oleh laboratorium dalam negeri.

Tabel 23. Biaya Pemantauan BBA

Laboratorium	Parameter Uji	Biaya per Sampel (dalam jutaan)	Keterangan
ECRA	Parameter Lengkap untuk <i>Co-processing</i>	± 400 – 425	Kewajiban per tiga bulan kecuali dioksin/furan per tahun sekali
Laboratorium	Parameter Uji	Biaya per Sampel (dalam jutaan)	Keterangan
Laboratorium Indonesia	Partikulat, SO ₂ , NO ₂ , HF, HCl, Cr, Pb, As, Cd, Hg, Tl, Co, Cu, Ni, V, Sb	± 4,5 – 5	
Laboratorium Indonesia	Debu, SO ₂ , NO ₂ , CO	3-4	a. Uji Udara Ambien b. Periode sekali/enam bulan di Bantarjati & Puspanegara

...lanjutan Tabel 23

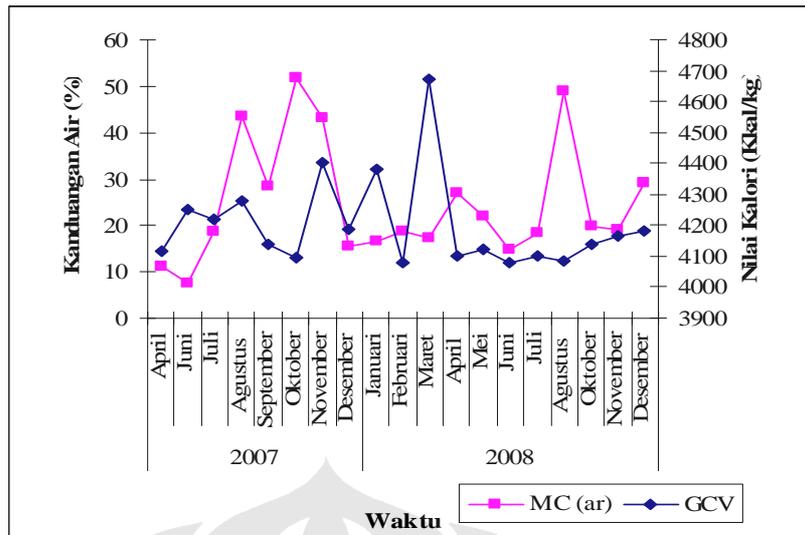
Laboratorium	Parameter Uji	Biaya per Sampel (dalam jutaan)	Keterangan
Laboratorium Indonesia	Logam Berat Untuk mengetahui terjadinya kebocoran pada tempat (<i>pit</i>) pencampuran BBA	1-2	a. Uji air sumur pantau. Sumur pantau dekat dengan (<i>pit</i>) pencampuran BBA b. Periode sekali/ enam bulan/lokasi

(Sumber: *Hazard Monitoring Section* Indocement, 2009)

Banyaknya parameter yang harus dipantau adalah bagian dari upaya meminimisasi emisi unsur-unsur yang membahayakan ke lingkungan akibat pemanfaatan BBA seperti logam berat dan dioksin/furan. Selain investasi, biaya pemantauan yang cukup tinggi, perijinan (aspek legal) juga diperlukan tambahan tenaga kerja untuk penanganan dan penyiapan BBA.

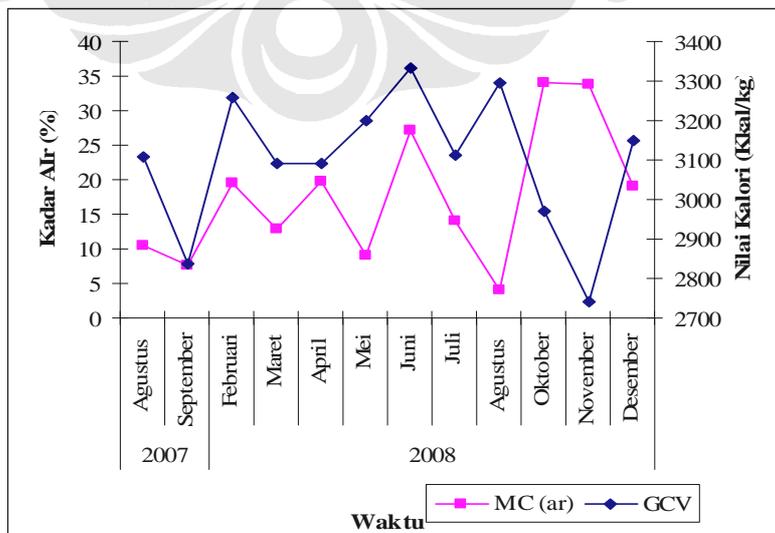
5.2.2. Kualitas biomassa yang fluktuatif

Pemanfaatan BBA bukan tanpa kendala. Biomassa yang berasal dari limbah pertanian mengalami variasi kandungan airnya. Pada musim kering, saat temperatur harian normal, kadar air dalam biomassa pada kondisi yang baik untuk BBA (15-25%), sedangkan pada musim penghujan mencapai 50%. Kandungan air yang tinggi menjadi beban bagi unit pembakaran. Energi panas yang seharusnya digunakan sebagai suplai panas bagi pengeringan tepung baku hingga terbentuk klinker akan digunakan sebagai pengering bahan bakar yang masih mengandung air. Akibat fluktuatifnya kadar air pada BBA dapat mengakibatkan kurang optimalnya substitusi batubara yang menjadi salah satu tujuan pemanfaatan BBA. Fluktuasi kandungan air pada BBA utama yang disajikan dalam bentuk tabel Lampiran C akan disajikan dalam Gambar 18 berikut:



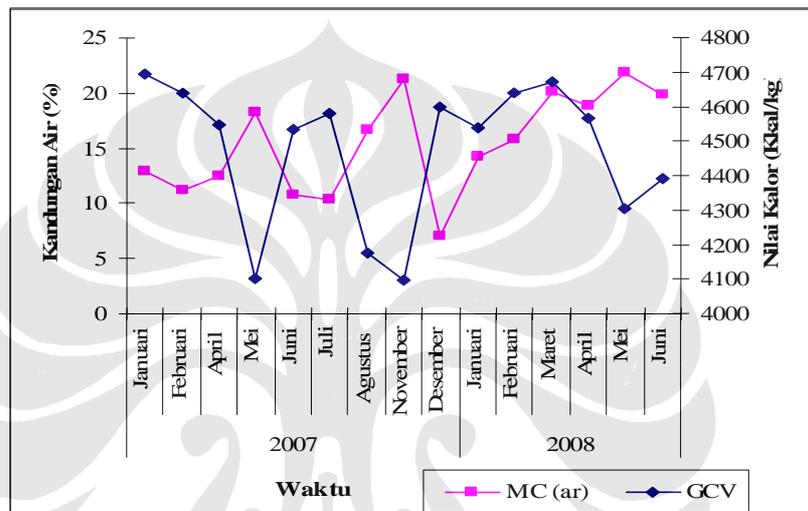
Gambar 18. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Serbuk Gergaji P8

Serbuk gergaji yang diterima Departemen Suplai memiliki kandungan air yang fluktuatif. Terlihat pada Gambar 18 (Lampiran C), kandungan air pada bulan Agustus dan Oktober 2007 cukup tinggi 43,44% dan 51,66% sedangkan nilai kalorinya justru berada pada titik terendah yaitu 4.095 kkal/kg (Oktober 2007). Hal ini akan mempengaruhi keefektivan lumpur minyak yang dapat diabsorpsi oleh serbuk gergaji. Kandungan air yang cukup tinggi pada serbuk gergaji akan mengakibatkan kuantitas serbuk gergaji yang dibutuhkan untuk mengabsorpsi lumpur minyak lebih banyak dibanding jumlah yang sama pada saat kandungan air lebih rendah.



Gambar 19. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Sekam P8

Kandungan air pada sekam kenaikannya mengikuti nilai kalor. Pada Gambar 19 terlihat bahwa kandungan air tertinggi terjadi pada penerimaan sekam bulan Oktober- November mencapai 34% dengan nilai kalori yang cukup rendah pada bulan November hanya 2.740 kkal/kg. Tingginya kandungan air pada bulan-bulan basah diakibatkan curah hujan yang cukup tinggi sehingga jumlah air yang diserap oleh biomassa jauh lebih besar dibandingkan dengan kondisi normal (musim kering).

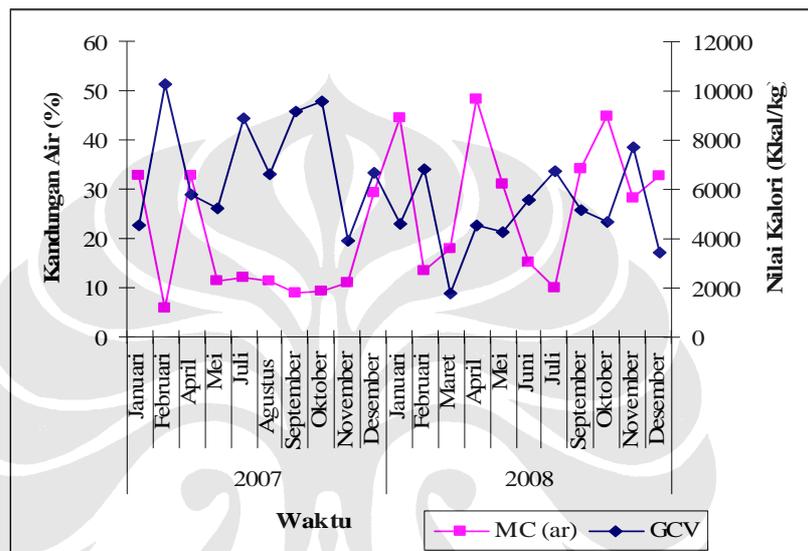


Gambar 20. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalori Cangkang Kelapa Sawit P8

Fluktuasi kandungan air pada cangkang kelapa sawit (*kernel shell*) terlihat pada Gambar 20. Terdapat kenaikan kandungan air pada bulan November 2007 besarnya 21,33% dan puncaknya pada Mei 2008 sebesar 21,87% namun angka ini cukup bagus dibandingkan biomassa lainnya yang besarnya mencapai 50%. Kadar air cukup tinggi terjadi bersamaan dengan rendahnya nilai kalor, seperti yang terjadi pada Mei, November (2007) dan Mei 2008. Hal ini tentu mengakibatkan substitusi bahan bakar tidak berlangsung optimal.

Kandungan air yang pada lumpur minyak sangat fluktuatif, karena penerimaan jenis limbah ini bervariasi dari sejumlah industri (Lampiran D: Neraca Limbah B3). Lumpur minyak pada periode 2007-2008 berasal dari industri minyak dan gas bumi (migas), limbah utilitas dan limbah kapal. Tercatat beberapa industri penghasil lumpur minyak yaitu PT McDermott, Pertamina, PT Neomaxx

Indonesia, PT Karimun Sembawang Shipyard, MT Sun Rise, MT Halden dll menyerahkan pengolahan lumpur minyaknya kepada PT ITP (Lampiran D: Neraca LB3). Pada Gambar 21, kandungan air terendah terjadi pada bulan Februari 2007 sebesar 5,71% dengan nilai kalor sebesar 10.252 kkal/kg sementara kandungan air tertinggi terjadi pada bulan April 2008 sebesar 48,23% dengan nilai kalor 4.520 kkal/kg.



Gambar 21. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalori Lumpur Minyak P8

Belum adanya instalasi pengeringan (*dryer*) mengakibatkan penyiapan BBA jenis biomassa mengandalkan penerimaan dari Departemen Suplai yang memberi toleransi hingga MC >30% dengan menerapkan sistem bonus (*reward*) dan pinalti (*penalty*). Sistem ini memberikan bonus untuk tiap penurunan 1% MC (mulai MC <25%) dengan penurunan 1% dari harga biomassa, dan pinalti terhadap kenaikan 1% MC dengan denda sebesar 2% harga biomassa.

5.2.3. Kualitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi

Penerimaan limbah dengan kandungan air di bawah 25% tidak terjadi secara kontinyu. Pencampuran BBA hingga mencapai nilai kalor >3.000-3.500 kkal/kg dan MC $\leq 30 \pm 5\%$ akan memerlukan kuantitas limbah yang lebih banyak jika kandungan air pada masing-masing penyusun BBA tinggi.

Jumlah serbuk gergaji untuk penggunaan BBA diatas 10 ton/jam belum dapat mencukupi sehingga ditambahkan cangkang kelapa sawit dan *Hazardous Waste Solid as Fuel* (HWSF) yang berasal dari *transporter/platform* dengan komposisi 45% serbuk gergaji dan sekam, 40% lumpur minyak, dan 15% cangkang kelapa sawit dan sekam. *Platform* adalah industri pengolah LB3 yang menyerahkan LB3 dalam bentuk siap diumpankan ke dalam tanur semen.

5.3. Kontinuitas BBA

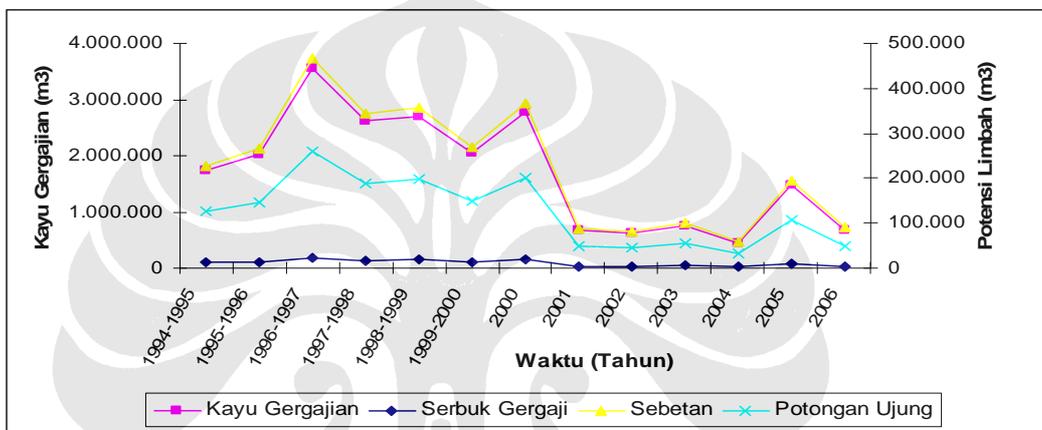
Tersedianya BBA secara kontinyu termasuk syarat yang harus dipenuhi dalam pemilihan jenis BBA yang akan digunakan dalam proses pembakaran. Selain untuk memperoleh kondisi operasi yang sesuai sehingga dicapai kondisi operasi yang stabil pada tingkat substitusi tertentu, tersedianya BBA akan menjamin tingkat substitusi yang ditargetkan akan terpenuhi.

Pemilihan BBA berupa serbuk gergaji, sekam padi dan cangkang kelapa sawit adalah hasil dari analisis awal program Mekanisme Pembangunan Bersih (MPB/CDM) diajukan. Menjamurnya industri penggergajian dan luasnya lahan pertanian/perkebunan menjadi faktor yang memperkuat pemilihan ketiga jenis BBA tersebut. Ketiganya dapat dikategorikan sebagai energi terbarukan karena berasal dari sektor kehutanan, pertanian dan perkebunan yang terus berproduksi (*sustainable harvested*). LB3 yang menyumbangkan kalori cukup besar dalam komposisi campuran BBA menjadi alternatif pengolahan limbah industri yang cukup potensial terkait dengan teknologi *co-processing* yang memiliki efisiensi pemusnahan yang cukup tinggi. Rendahnya biaya yang harus dikeluarkan oleh penghasil LB3 menarik minat sejumlah industri penghasil LB3 untuk memanfaatkan *co-processing* dalam pengolahan limbahnya dibandingkan untuk menyerahkan pengolahannya kepada industri yang secara spesifik bergerak pada bidang pengolahan LB3.

5.3.1. Analisis Pasokan Serbuk Gergaji

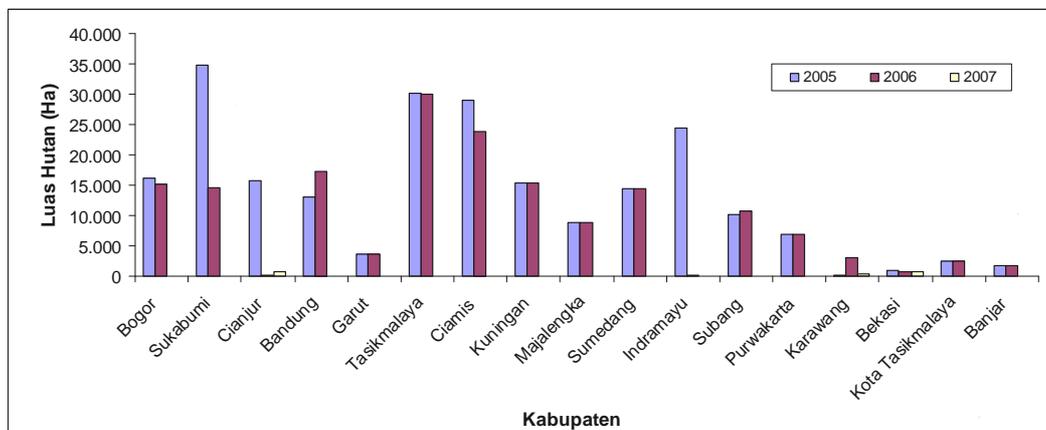
Tersedianya (*availability*) limbah penggergajian terlihat pada Gambar 22 menurun. Produksi kayu gergajian pada Gambar 22 (Lampiran D: Sumber BBA)

mengindikasikan tahun 1994-1995 produksi kayu gergajian sebesar 1.729.839 m³ dan mengalami peningkatan cukup tajam pada tahun 2000 dengan volume 2.789.543 m³ dengan menjamurnya industri pengolahan kayu. Sebaliknya penurunan yang cukup drastis terjadi pada tahun 2006 yang hanya mencapai 679.247 m³. Revitalisasi kehutanan yang dilakukan oleh pemerintah untuk menertibkan pasokan kayu legal bagi industri kayu mengakibatkan sejumlah industri pengolahan kayu tumbang, karena tergantungnya pasokan pada kayu ilegal.



Gambar 22. Potensi Limbah dari Industri Penggergajian Kayu

Hutan Indonesia yang dinilai mampu mencukupi kebutuhan energi dengan pemanfaatan kayu/limbah kayu berbanding terbalik dengan luasnya area yang masih ada. Konversi hutan menjadi pemukiman, perkebunan kelapa sawit mengakibatkan luas hutan mengalami penurunan cukup signifikan, diindikasikan dengan menurunnya produksi kayu (Gambar 23).



Gambar 23. Perkembangan Luas Lahan Hutan Jawa Barat

Secara keseluruhan total luas lahan hutan di Jawa Barat mengalami penurunan dari tahun 2005-2007. Pertumbuhan industri penggergajian kayu Jabar sebesar 20% per tahun berbanding terbalik dengan produktivitas lahan hutan. Jumlah industri pengolahan hasil hutan di Jabar mencapai 1.922 unit dengan kapasitas produksi kayu 2.449.663 m³/tahun. Sementara kebutuhan bahan baku mencapai 4.899.326 m³/tahun. Gambar 23 memperlihatkan produksi kayu yang berasal dari hutan Jawa Barat turun secara drastis seperti pada daerah Bogor (tahun 2007), Sukabumi, Cianjur (tahun 2006-2007) yang menjadi lokasi terdekat dengan PT ITP Citeureup.

Serbuk gergaji yang dimanfaatkan industri semen untuk BBA pada tahun mendatang akan mengalami peningkatan. Di Jawa Barat terdapat 3 perusahaan semen yang mengincar limbah ini; PT Indocement Citeureup, PT Indocement Palimanan, dan Holcim. PT ITP Palimanan saat ini menggunakan BBA biomassa (tanpa LB3) sedangkan Holcim menggunakan biomassa dan LB3.

Pada tahun 2008, PT ITP Citeureup tiap bulan menerbitkan order pembelian (*purchase order*) serbuk gergaji sebesar 120 merik ton/hari. Peningkatan bahan bakar minyak (BBM) pada skala rumah tangga disikapi dengan pemanfaatan limbah serbuk gergaji dalam bentuk briket di beberapa daerah. Sementara itu, industri kayu olahan besar (vinir/kayu lapis, *pulp*/kertas) mengolah limbah serbuk gergaji menjadi arang aktif dan briket yang dijual secara komersil. Kemudahan mendapatkan serbuk gergaji (*accessibility*) mulai terganggu dengan bangkrutnya sektor industri penggergajian dan meningkatnya pemanfaatan serbuk gergaji pada skala domestik.

Serbuk gergaji seharga Rp 155.000,-/MT diperoleh dari daerah Bogor dan Sukabumi. Peningkatan nilai limbah per satuan berat akibat tutupnya industri penghasil serbuk gergaji di wilayah yang menjadi *supplier* ITP mengakibatkan terganggunya pasokan. Kemampuan daya beli industri pada serbuk gergaji (*affordability*) dari wilayah yang lebih jauh akan mempengaruhi kebijakan perusahaan atas berlanjutnya penggunaan BBA jenis ini.

Meskipun pemanfaatan serbuk gergaji mampu mendukung substitusi batubara, dengan labilnya pasokan yang memiliki nilai beli yang sesuai dengan operasional perusahaan, kedepannya serbuk gergaji tidak mampu mencukupi pasokan bahan bakar untuk persentase substitusi yang lebih besar.

5.3.2. Analisis Pasokan Sekam

Lahan pertanian Jawa Barat seperti terlihat pada Tabel 24 cukup potensial menjamin tersedianya (*availability*) sekam (1,9 juta per tahun). Dengan berkembangnya pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) yang berorientasi pada perbaikan input tanah untuk mempertahankan dan meningkatkan unsur organik tanah, sektor pertanian memberikan harapan sebagai penghasil limbah biomassa.

Tabel 24. Potensi Sekam dari Lahan Pertanian Jawa Barat

Tahun		2005	2006	2007	2008
Luas Area	Ha	1.894.796	1.798.260	1.829.085	1.810.207
Produktivitas	Ton	9.787.217	9.418.572	9.914.019	10.107.866
Sekam*)	Ton	1.957.443,40	1.883.714,40	1.982.803,80	2.021.573,20

Selama ini sumber sekam PT ITP Citeureup berasal dari wilayah Jonggol dan Karawang. Harga sekam Rp 215.000,-/MT. Kemudahan akses (*accessibility*) sekam, tak lepas dari jalur transportasi yang didukung dengan tol untuk mencapai sumber-sumber limbah pertanian ini.

Kompetitor pemanfaat sekam adalah industri semen lain (Holcim), pemanfaat lokal seperti Unit Kegiatan Menengah (UKM) Genteng, UKM Tahu dan komersialisasi sekam dalam bentuk briket sebagai bahan bakar rumah tangga. Faktor jarak menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi sumber pasokan sekam untuk menekan harga pembelian. Pembelian melalui *supplier* lokal yang diterapkan selama ini mampu menyuplai 50 MT/hari. Harga jual yang cukup stabil pada sekam diakibatkan limbah ini cukup banyak dihasilkan secara merata di wilayah Jawa Barat, akan menjamin kemudahan industri membelinya.

Tersedianya sekam sebesar 1,9 juta per tahun di wilayah Jawa Barat merupakan potensi kontinuitas sekam sebagai BBA tanpa memasukkan faktor penggunaan sekam oleh kompetitor lainnya (industri semen lain, UKM dan penggunaan briket untuk bahan bakar rumah tangga). Potensi lahan pertanian Jawa Barat seperti terlihat pada Tabel 23 mengindikasikan kekontinyuan pasokan sekam.

5.3.3. Analisis Pasokan Cangkang

Cangkang kelapa sawit sebagai limbah pasca produksi selama ini belum digunakan secara optimal. Penggunaan internal pada CPO *mill* adalah sebagai bahan bakar boiler dan mulai dikaji untuk pemanfaatan cangkang sebagai bahan dasar pupuk organik. Kelimpahan limbah cangkang kelapa sawit menaikkan nilai jual limbah yang pada awalnya hanya untuk biaya pengiriman (Rp 160.000,-/MT) menjadi barang yang bernilai ekonomi (Rp 450.000,-/MT). Cangkang kelapa sawit berfungsi sebagai pemecah gumpalan lumpur minyak yang telah diabsorpsi oleh serbuk gergaji. Produksi cangkang kelapa sawit mencapai 1,8 juta ton per tahun (Tabel 25, dan Lampiran D).

Tabel 25. Analisis Ketersediaan (*availability*) Cangkang Sawit

Tahun	<i>Palm Oil</i>	Serat dan Cangkang*)	TKKS*)
	Ton	Ton	Ton
2001	5.598.440	1.063.704	1.287.641
2002	6.195.605	1.177.165	1.424.989
2003	6.923.510	1.315.467	1.592.407
2004	8.479.262	1.611.060	1.950.230
2005	10.119.061	1.922.622	2.327.384
2006	10.961.800	2.082.742	2.521.214
2007	11.809.800	2.243.862	2.716.254

Akses cangkang kelapa sawit dipengaruhi oleh jauhnya lokasi penghasil sehingga meningkatkan biaya energi per satuan berat. Harga beli 1 MT cangkang kelapa sawit saat ini hampir mendekati harga beli batubara kualitas rendah (Rp 446.520,-/MT). Tujuan penggunaan biomassa yang lebih diarahkan pada pengoptimalan biomassa dalam penurunan CO₂ adalah hal yang menjamin bahwa harga bahan bakar bukanlah mutlak menjadi pertimbangan utama, karena aspek lingkungan mulai dikedepankan. Dengan demikian besarnya volume cangkang kelapa sawit

(1,8 juta ton/tahun) menjadi sumber pasokan bagi berlanjutnya operasional bahan bakar jenis ini. Nilai ini mengindikasikan potensi pasokan cangkang kelapa sawit tanpa memperhitungkan penggunaannya sebagai bahan dasar pupuk dan penggunaan internal pada industri pengolahan kelapa sawit.

Ketiga jenis biomassa yang dimanfaatkan sebagai BBA diapresiasi berbagai pihak dengan positif, diindikasikan dengan terbentuknya siklus pemanfaatan limbah yang terdiri atas penghasil limbah biomassa, pengumpul, pengangkut dan industri sebagai pemanfaat. Biomassa sebagai energi terbarukan (memenuhi aspek *acceptability*), menjadi solusi bagi permasalahan pembakaran (*open burning*) limbah dan juga menciptakan jaringan ekonomi baru yang mendapatkan manfaat ekonomi dengan keberadaan permintaan biomassa yang digolongkan sebagai *climate neutral* (energi bebas CO₂). PT Indocement telah menerima CERs pada 14 Maret 2008 untuk reduksi 17.635 t CO₂ (1 Januari 2005-31 Oktober 2005) dan pada 27 Maret 2008 sebesar 63.332 t CO₂ (1 November 2006-31 Juli 2007) dengan pemanfaatan biomassa sebagai BBA.

5.3.4. Analisis Pasokan LB3

Jenis LB3 utama dalam BBA adalah lumpur minyak. Jumlah industri yang menyerahkan pengolahan LB3-nya cukup banyak, seperti yang terlihat pada Lampiran D (Neraca Limbah B3) dengan rata-rata konsumsi 597,79 ton/bulan (Tabel 26). Penggunaan LB3 sebagai BBA dimulai sejak bulan November 2007, lain halnya dengan biomassa yang digunakan mulai September 2007. Industri penghasil LB3 memilih pengolahan limbahnya dengan memanfaatkan *co-processing* selain karena biaya yang lebih rendah juga karena teknologi ini ramah lingkungan.

Tabel 26. Konsumsi BBA Jenis Limbah B3

Tahun	Bulan	Volume Limbah (Ton)
2007	November	487,32
	Desember	733,018
2008	Januari	624,12
	Februari	791,11
	Maret	505,92

... lanjutan Tabel 26

Tahun	Bulan	Volume Limbah (Ton)
	April	884,37
	Mei	623,03
	Juni	974,42
	Juli	369,48
	Agustus	591,56
	September	398,26
	Oktober	354,81
	November	672,17
	Desember	359,48
	Rata-rata	597,79

Limbah B3 berupa lumpur minyak dan lumpur dari industri cat (*paint sludge*) termasuk LB3 yang cukup banyak dikonsumsi sebagai BBA di P8. Tabel 27 memperlihatkan beberapa penghasil LB3 yang memilih pengolahan lumpur minyaknya pada PT ITP. Beberapa penghasil secara kontinyu memanfaatkan *co-processing* sebagai destruksi limbahnya, seperti: PT Karimun Sembawang Shipyard, BSSTEC, PT Neomaxx Indonesia, PT Desa Air Cargo, Mc. Dermott. Terlihat bahwa internal ITP (*Supply Division*) juga menggunakan *co-processing* untuk pengolahan lumpur minyak yang berasal dari utilitas. Keuntungan lain yang diperoleh internal perusahaan karena lumpur minyak yang dihasilkan dari utilitas, dapat dimanfaatkan energinya sebagai BBA sehingga mengurangi biaya pengolahan ke pihak ketiga.

Tabel 27. Penghasil Lumpur Minyak yang Menggunakan *Co-Processing* PT ITP

Tahun	Bulan	Asal Limbah	Volume
2007	November	PT BSSTEC	462,54
	Desember	PT BSSTEC, MC Dermott, Wastec	335,078
2008	Januari	MT Halden	210,85
		Karimun Sembawang	318,75
		Supply Div	28,26
	Februari	PT Essar Indonesia	10,28
		PT Karimun Sembawang	47,15
		Supply Div	23,40
	Maret	PT Neomaxx Indonesia	66,54
		MT. Geudondong / P800I	21,70
		Supply Div	35,68

... lanjutan Tabel 27

Tahun	Bulan	Asal Limbah	Volume
2008	Maret	PT Ninda Pratama	23,80
		April	PT Neomaxx Indonesia
	Mei	Supply Div	13,68
		MT. Westway	228,09
		PT Karimun Sembawang Shipyard	129,40
		PT Logam Jaya Abadi	8,86
		PT Neomaxx Indonesia	75,38
		Supply Div	69,96
		Juni	PT Karimun Sembawang Shipyard
	PT Oktavia Mandiri		81,74
	PT Neomaxx Indonesia		163,9
	MT. Sun Rose		36,60
	PT NSK Bearing		9,18
	PT Desa Air Cargo		19,10
	Juli		PT Karimun Sembawang Shipyard
		PT Neomaxx Indonesia	66,96
		PT NSK Bearing	1,9
		PT Desa Air Cargo	39,02
		PT BSSTEC	6,64
		Supply Div	15,72
	Agustus	PT Karimun Sembawang Shipyard	38,18
		PT BSSTEC	114,86
		PT Neomaxx Indonesia	72,65
		PT Desa Air Cargo	72,03
		MT Prosper Two	23,12
	September	PT Neomaxx Indonesia	50,20
		PT Karimun Sembawang Shipyard	48,00
		Supply Div	6,06
		PT Pan United Shipyard Indonesia	13,30
	Oktober	PT Karimun Sembawang Shipyard	159,87
		BSSTEC	339,17
November	WASTECH	10,78	
	PERTAMINA	9,74	

Semenjak Desember 2007, P8 juga memanfaatkan LB3 berupa *paint sludge* (Tabel 28). Seperti lumpur minyak, beberapa industri penghasil *paint sludge* menyerahkan pengolahan limbahnya dengan teknologi *co-processing*. PT Kramayudha Motor, PT Astra Honda Motor, PT Astra Daihatsu, PT Mc Dermott Indonesia, PT Shimano Batam termasuk penghasil LB3 yang kontinyu mengolah limbahnya dengan *co-processing*.

Tabel 28. Penghasil *Paint Sludge* yang Menggunakan *Co-Processing* PT ITP

Tahun	Bulan	Asal Limbah	Volume	
2007	Desember	MC Dermott, Wastec, Clariant, Yoshikawa	200,16	
		PT MC Dermott Indonesia	18,84	
2008	Januari	PT MC Dermott Indonesia	18,84	
	Februari	PT Astra Honda Motor	16,62	
		PT Astra Daihatsu Motor	10,28	
		Astra Otoparts, PT	20,10	
		Corinthian Industry, PT	4,60	
		Desa Air Cargo, PT	14,96	
		PT Gaya Motor	78,94	
		PT Kramayuda Ratu Motor	10,22	
		PT MC Dermott	36,96	
		PT Nusa Metal	4,62	
		PT Shimano Indonesia	2,20	
		PT Wastec International	17,98	
		Maret	PT MC Dermott Indonesia	33,52
			PT Gaya Motor	78,46
	PT Shimano Batam		11,94	
	PT Jurunature SDN BHD		17,62	
	PT Astra Honda Motor		11,14	
	Kramayuda Ratu Motor		12,20	
	PT Astra Honda Motor		18,72	
	April	PT SMOE Indonesia	11,68	
		PT Astra Honda Motor	18,72	
		PT Gaya Motor	3,54	
		PT Indomobil Suzuki Int	28,58	
		PT Dharma Polymetal	8,88	
		PT Maruhachi Indonesia	4,44	
	Mei	PT MC Dermott Indonesia	36,28	
		PT Astra Daihatsu Motor	22,08	
	Juni	PT SMOE Indonesia	9,78	
		PT Shimano Batam	4,34	
		PT Fujitec Indonesia	3,66	
		PT Yokogawa Manufacturing Batam	1,82	
		PT Honfoong Plastics	4,46	
PT Desa Air Cargo		10,56		
PT Amtek Engineering		5,16		
Juli	PT Sugity Creative	15,80		
	PT Desa Air Cargo	6,98		
	PT Rekayasa Energy Integrated	49,58		
Agustus	PT Kramayuda Ratu Motor	2,40		
	PT Rekayasa Energy Integrated	192,24		
	PT MC Dermott	38,06		

Neraca limbah pada Lampiran D mengindikasikan banyaknya industri yang mulai mengolah LB3 dengan teknologi *co-processing*. Selain manfaat lingkungan dengan kemampuan destruksi tanur (dibuktikan pemantauan emisi tanur yang nilainya jauh di bawah baku mutu Kepmen No. 390 Tahun 2008), industri penghasil limbah juga mendapatkan keuntungan dari segi biaya pengelolaan limbah yang besarnya 10-20% lebih rendah dibandingkan dengan pengolahan LB3 pada pengolah limbah seperti PPLI.

Co-processing menimbulkan akibat berupa perdagangan LB3. Transpoter mulai memanfaatkan *co-processing* yang memberikan keuntungan berupa penurunan biaya pengolahan LB3 di samping keunggulan pada aspek ekologi. Selisih nilai ekonomi yang dihasilkan antara kompensasi penghasil LB3 dengan biaya pengolahan LB3 dengan *co-processing* menjadi magnet maraknya transpoter dan pengolah LB3 yang “memasukkan” limbahnya sebagai BBA pada tanur semen. Beralihnya beberapa perusahaan penghasil LB3 menggunakan *co-processing* sebagai pengolahan limbah menjadi potensi kontinuitas pasokan LB3 jenis tertentu sebagai BBA.

Meskipun PT ITP secara khusus tidak membentuk divisi untuk mencari sumber LB3 untuk dimanfaatkan sebagai BBA, keunggulan *co-processing* menarik minat banyak penghasil LB3 dan transpoter LB3 untuk mengolah limbah mereka. Tersedianya BBA dari LB3 cukup terjamin, karena cukup banyak industri penghasil LB3 yang memilih *co-processing* sebagai teknik pengolahan limbahnya (Lampiran D: Neraca LB3). Hal ini berdasarkan keandalan *co-processing* sebagai alat pengolah limbah yang memiliki kemampuan setara atau bahkan melebihi kemampuan destruksi insinerator.

Pemanfaatan LB3 sebagai BBA pada PT ITP tidak menimbulkan pengaruh pada kualitas semen, karena faktor kualitas semen menjadi jaminan keandalan produk. Limbah B3 yang diijinkan untuk digunakan sebagai BBA dibatasi kandungan pengotornya sesuai Kepmen LH No. 390 Tahun 2008 (Tabel 29). Selain kriteria mengenai batasan kandungan pengotor, oli bekas juga tidak diperkenankan

dimanfaatkan sebaga BBA. Berdasarkan peraturan inilah, PT ITP menyeleksi LB3 yang dapat digunakan sebagai BBA sehingga penggunaanya tidak akan menurunkan kualitas semen (SNI 15-2049-1994, untuk tipe *Portland Cement*), selain pemantauan emisi yang dilaporkan secara periodik ke KLH untuk mengevaluasi kegiatan tersebut.

Tabel 29. Kandungan Maksimum Pengotor dalam LB3 sebelum Dimanfaatkan sebagai BBMA

Parameter	Kandungan maksimum (ppm)
Arsen (As)	≤ 15
Cadmium (Cd)	≤ 10
Kromium (Cr)	≤ 1500
Timbal(Pb)	≤ 500
Merkuri (Hg)	$\leq 1,5$
Thallium (Tl)	≤ 2
Antimoni (Sb)	≤ 120
Kobalt (Co)	≤ 12
Nikel (Ni)	≤ 100
Tembaga (Cu)	≤ 1000
Vanadium (V)	≤ 25

Pengaturan kadar maksimum pengotor LB3 yang dapat dimanfaatkan sebagai BBA adalah bentuk antisipasi untuk meminimisasi emisi logam berat. Seperti yang kita ketahui, beberapa logam berat memiliki sifat toksik. Hg menduduki urutan pertama dalam hal sifat toksik, disusul dengan Cd, Ag, Ni, Pb, As, dan Cr. Logam berat seringkali memberikan efek stokastik, yaitu gejala kelainan akibat paparan zat dan muncul secara probabilistik. Efek stokastik ini dapat menimpa keturunan individu yang mengalami paparan logam berat atau individu itu sendiri setelah periode pajanan yang lama. Pengawasan (*monitoring*) dari tahap penerimaan hingga tahap akhir (pemantauan) dilakukan agar penggunaan BBA tidak menimbulkan penurunan kualitas hidup dan lingkungan.

Disertakanya parameter dioksin/furan (Tabel 30) sebagai parameter yang harus dipantau (per tahun sekali) mengindikasikan bahwa pengembangan BBA dengan teknologi *co-processing* tidak hanya berorientasi pada penurunan konsumsi batubara sebagai sumberdaya tak terbarukan, tetapi juga mengedepankan kualitas lingkungan dan makhluk hidup.

Tabel 30. Isomer PCDDs/PCDFs yang Turut Dipantau pada 2007-2008

Dioksin	Furan
a. 2,3,7,8-TetraCDD	a. 2,3,7,8-TetraCDF
b. 1,2,3,7,8-PentaCDD	b. 1,2,3,7,8-/12348-PentaCDD
c. 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	c. 2,3,4,7,8-PentaCDF
d. 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	d. 1,2,3,4,7,8-/1,2,3,4,7,9-HexaCDF
e. 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	e. 1,2,3,6,7,8-HexaCDF
f. 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	f. 1,2,3,7,8,9-HexaCDF
g. OctaCDD	g. 2,3,4,6,7,8-HexaCDF
	h. 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF
	i. 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF
	j. OctaCDF

Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs, dioksin) dan *polychlorinated dibenzofurans* (PCDFs, furan) termasuk senyawa yang bersifat persisten, terakumulasi secara biologis, dan bersifat karsinogen. Selain itu, dioksin juga mengganggu sistem hormon, memengaruhi pertumbuhan janin, menurunkan kapasitas reproduksi, dan sistem kekebalan tubuh. Keduanya merupakan konstituen yang cukup berbahaya yang berpotensi terlepas ke udara dengan pemanfaatan LB3 sebagai BBA. Oleh karena itu, pengujian dioksin/furan tiap tahunnya menyertakan uji isomer-isomer dioksin furan. Periode pemantauan 2007-2008 untuk parameter dioksin/furan meliputi 17 isomer seperti yang tertulis pada Tabel 30.

Selain mengurangi potensi LB3 yang tidak terkelola karena tingginya biaya pengolahan, teknologi ini sekaligus meningkatkan nilai limbah karena masih memiliki kalor yang dapat dimanfaatkan sebagai energi pembakaran. Hasil pemantauan parameter dioksin/furan pada tahun 2008 menghasilkan nilai 0,00028 dan 0,0016 ng TEQ/Nm³ sementara baku mutu keduanya pada tanur semen sebesar 1 ng TEQ/Nm³ berdasar SK MenLH Nomor 390/2008.

5.4. Penghematan Biaya yang Dapat Dicapai dengan Pencampuran BBA

Penggunaan BBA sebagai langkah diversifikasi energi untuk mengantisipasi naiknya harga bahan bakar fosil yang mengalami kenaikan pasca melonjaknya harga minyak dunia. Periode 2007-2008 P8 menggunakan batubara dengan nilai kalori menengah hingga tinggi sebagai bahan bakarnya dengan harga Rp 400.000-

Rp 600.000,-/MT. Meningkatnya harga batubara bernilai kalor tinggi hingga Rp 1.097.000,-/MT mengakibatkan penggantian konsumsi batubara bernilai kalor rendah (Rp 446.520,-/MT) dan menengah (Rp 533.425,-/MT).

Kesadaran perusahaan semen untuk melakukan pengelolaan sumberdaya dengan peningkatan efisiensi energi dengan menemukan sumber-sumber energi baru yang berasal dari limbah/hasil samping industri adalah kontribusi perusahaan semen dalam pembangunan berkelanjutan. Penghematan yang dapat direduksi per unit energi menghasilkan keuntungan selain manfaat lingkungan berupa pengelolaan sumberdaya alam.

Penggunaan BBA rata-rata menyumbangkan 9,69% kalor pada periode 2007-2008. Nilai tersebut berasal dari jumlah kalor yang mampu digantikan oleh BBA dengan komposisi biomassa dan LB3. Kondisi operasi yang masih ada pada tahap awal (*tuning operation*) dan kendala-kendala yang berasal dari karakteristik BBA hingga jumlah BBA yang tersedia, terbatas. Seperti terlihat pada Tabel 31, pada bulan Oktober 2008, kalor yang disubstitusikan oleh biomassa dan limbah industri memiliki nilai tertinggi dibanding bulan lainnya. Pada bulan tersebut, sekam yang dikonsumsi mencapai nilai tertinggi 1.815,29 ton, sehingga memperbesar nilai kalori yang dihasilkan oleh BBA.

Tabel 31. Hasil Perhitungan % Kalor Bahan Bakar di Tanur P8

Tahun	Bulan	% Kalor			
		HDO	Batubara	Biomassa	Limbah berbahan dasar fosil
2007	Maret	36,96	63,04		
	April	27,32	72,68		
	Mei	11,41	87,61		
	Juni	6,89	93,11		
	Juli	3,89	96,11		
	Agustus	4,91	95,09		
	September	3,03	83,96	6,19	6,83
	Oktober	3,72	87,55	1,75	6,98
	November	2,82	90,36	4,00	2,82
	Desember	3,85	79,32	13,07	4,05
2008	Januari	6,58	83,73	5,27	4,71
	Februari	1,87	81,53	10,38	3,50

... lanjutan Tabel 31

	Bulan	% Kalor			
		HDO	Batubara	Biomassa	Limbah berbahan dasar fosil
Tahun	Maret	0,23	84,85	10,36	2,65
	April	1,55	82,88	5,27	4,56
	Mei	2,24	82,34	10,38	1,95
	Juni	0,25	84,51	8,36	4,85
	Juli	3,38	85,46	5,61	4,36
	Agustus	2,30	91,43	3,23	1,79
	September	1,63	86,17	7,90	1,89
	Oktober	0,74	65,84	22,35	7,34
	November	1,96	90,31	3,69	4,17
	Desember	2,95	93,08	2,56	1,5
Rata-rata % kalor yang digantikan oleh BBA					9,69

HDO digunakan sebagai bahan bakar pada saat *start up*. Keragaman karakteristik limbah yang digunakan sebagai BBA (kandungan air, nilai kalor) mengakibatkan input tanur (*kiln feed*) menyesuaikan dengan kestabilan proses pembakaran. Fluktuasi konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh karakteristik BBA yang diinputkan ke tanur. Tingginya kandungan air pada BBA akan memberikan dampak meningkatnya konsumsi panas sebagai pengering kadar air bahan yang harus disuplai oleh batubara.

Desain kebutuhan panas unit tanur P8 sebesar 765 kkal/kg klinker dan umpan tanur 350 ton/jam. Dengan rasio tepung baku/klinker sebesar 1,65 maka diperoleh jumlah batubara yang dibutuhkan sebanyak adalah sebagai berikut:

$$\Sigma \text{ Batubara} = \left(\frac{\text{Heat Con} \times \text{Umpan Tanur}}{C.R \times HV \text{ batubara}} \right)$$

$$\Sigma \text{ Batubara} = \left(\frac{765 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \times 350 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{1,65 \times 5.957,5 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}}} \right)$$

$$= 27,24 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}$$

$$\text{Biaya bahan bakar} = 27,24 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times \text{Rp } 533.425,00$$

$$= \text{Rp } 14.529.650,54 / \text{jam}$$

Analisis penggunaan BBA periode 2007-2008 sebesar 9,69% dari kebutuhan panas total. Jumlah panas yang akan disubstitusi oleh BBA sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= 9,69\% \times \Sigma \text{ Batubara} \times \text{HV batubara} \\
 &= 9,69\% \times 27.240 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 5.957,5 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \\
 &= 15.725.155,87 \frac{\text{kkal}}{\text{jam}}
 \end{aligned}$$

Dengan distribusi bahan 35% lumpur minyak, 35% serbuk gergaji dan 30% sekam (dan cangkang), maka jumlah masing-masing bahan bakar:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{15.725.155,87 \text{ kkal} / \text{jam}}{(0,35 \times 7.477,55) + (0,35 \times 3.956,17) + (0,2 \times 2.967,60) + (0,1 \times 4.373,17) \text{ kkal} / \text{kg}} \\
 &= 3,12 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}, \text{ sehingga distribusi komposisi BBA secara teoritis dapat dilihat pada}
 \end{aligned}$$

Tabel 32.

Tabel 32. Komposisi BBA Berdasarkan % Berat

Jenis Bahan Bakar	Berat
Lumpur Minyak	1,09
Serbuk Gergaji	1,09
Sekam	0,62
Cangkang Kelapa Sawit	0,31
Total Berat	3,12

Substitusi BBA hingga 9,69% dari kebutuhan panas total, memberikan kontribusi penurunan konsumsi batubara sebesar 2,64 ton/jam. Hal ini memberikan penurunan pada total konsumsi batubara P8 menjadi 24,60 ton/jam.

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ Reduksi Batubara} &= \frac{\Sigma \text{ panas yang disubstitusi}}{\text{HV batubara}} \\
 &= \frac{15.725.154,87 \frac{\text{kkal}}{\text{jam}}}{5.957,5 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}}} \\
 &= 2,64 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}
 \end{aligned}$$

Tabel 33. Total Biaya Bahan Bakar dengan Penggunaan BBA

Jenis Bahanbakar	Harga	Kebutuhan	Total Biaya
	Rp/ton	ton/jam	Rupiah
Batubara	533.425,00	24,60	13.121.727,41
Lumpur minyak	270.000,00	1,09	295.277,99
Serbuk Gergaji	140.613,67	1,09	153.778,23
Sekam	195.044,77	0,62	121.888,74
Cangkang Kelapa Sawit	408.233,25	0,31	127.557,98
Biaya Bahan Bakar			13.229.674,37

Dengan rasio klinker pada produk sebesar 80%, maka produk berupa semen yang dihasilkan sebesar 265,55 ton per jam. Setelah penggunaan BBA, total biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar selama satu jam produksi sebesar Rp 13.229.674,37, seperti yang terlihat pada Tabel 33. Dengan demikian persentase penghematan biaya yang dapat dicapai dengan pemanfaatan BBA adalah;

$$\begin{aligned} \% \text{ Penghematan Biaya} &= \frac{Rp\ 14.529.650,54 - Rp\ 13.229.674,37}{Rp\ 14.529.650,54} \times 100\% \\ &= 8,95\% \end{aligned}$$

5.5. Pengaruh Penggunaan BBA pada Jumlah CO₂ yang Diemisikan dari Proses Pembakaran

Penggunaan biomassa sebagai BBA yang dikategorikan sebagai *climate neutral*, karena emisi CO₂ dari biomassa dapat dikompensasikan dengan pertumbuhan biomassa. Peluang inilah yang menjadi program reduksi CO₂ di negara-negara berkembang. Nilai emisi CO₂ yang berasal dari biomassa inilah yang menjadi kredit dalam program *Emission Reduction* (ER, yang dinyatakan dengan CER). Pemanfaatan LB3 merupakan bentuk pemindahan emisi CO₂ dari sistem destruksi limbah dengan insinerasi. Pemanfaatan LB3 yang mengandung gugus hidrokarbon, dapat dianggap sebagai pengoptimalan energi yang terkandung pada limbah untuk menghasilkan panas pembakaran pada tanur semen yang memberikan keuntungan berupa bertambah panjangnya siklus hidup dari bahan.

Tabel 34. Persentase Emisi CO₂ tiap-tiap Jenis Bahan Bakar

Tahun	Bulan	Emisi CO ₂			% Emisi CO ₂ Bahan Bakar Fosil
		Fosil	Biomassa	Limbah B3 (fosil)	
		MT	MT	MT	
2007	Maret	3.024,26	0	0	100,00
	April	8.292,08	0	0	100,00
	Mei	19.095,37	0	0	100,00
	Juni	23.278,78	0	0	100,00
	Juli	22.592,15	0	0	100,00
	Agustus	20.952,38	0	0	100,00
	September	31.360,92	2.407,78	1.883,79	93,25
	Oktober	22.773,32	460,25	1.326,07	98,13
	November	30.250,17	1.345,50	730,20	95,84
	Desember	26.315,18	4.509,80	1.117,12	85,88
2008	Januari	17.627,88	1.196,17	749,76	93,89
	Februari	31.673,05	4.234,20	1.321,60	88,63
	Maret	38.163,52	4.399,65	914,24	89,88
	April	26.830,95	1.541,89	1.108,04	94,77
	Mei	33.288,52	3.299,29	557,74	91,12
	Juni	35.671,48	2.980,23	1.540,49	92,59
	Juli	19.282,68	1.157,89	708,50	94,53
	Agustus	26.627,56	881,98	380,93	96,84
	September	36.243,87	2.973,81	536,91	92,52
	Oktober	32.546,15	10.373,06	2.784,54	77,30
	September	36.243,87	2.973,81	536,91	92,52
	Oktober	32.546,15	10.373,06	2.784,54	77,30
	November	31.994,53	1.025,65	1.159,65	97,00
	Desember	23.421,58	495,28	310,88	97,96

Pada Tabel 34, terlihat bahwa penggunaan biomassa akan menurunkan persentase CO₂ yang diemisikan. Periode Maret–Agustus 2007, konsumsi bahan bakar masih menggunakan batubara sehingga persentase emisi 100% berasal dari pembakaran batubara dan HDO, sementara penurunan dalam jumlah kecil terjadi pada periode Agustus 2007-Desember 2008. Dengan tingkat substitusi kalor sebesar 9,69%, pemanfaatan biomassa sebagai BBA memberikan penurunan emisi CO₂ sebesar 7,49%. Nilai ini diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Penurunan Emisi CO}_2 = \frac{\text{emisiCO}_{2(i)} - \text{emisiCO}_{2(ii)}}{\text{emisiCO}_{2(i)}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{100 - 92,51}{100} \times 100\% \\ &= 7,49\% \end{aligned}$$

5.6. Pengaruh Penggunaan BBA berupa Lumpur Minyak pada Biaya Pengelolaan Limbah Pasca Produksi

Pemanfaatan limbah industri (kategori LB3) sebagai BBA menimbulkan kompensasi yang berasal dari penghasil limbah. Jumlah yang dibayarkan bervariasi yang besarnya didasarkan pada penanganan yang harus dilakukan PTITP sampai limbah siap diumpankan ke tanur.

Penanganan LB3 meliputi; penerimaan LB3, penyortiran, pemotongan, pencampuran, penyimpanan, analisa laboratorium dan pengumpanan. Tahapan penanganan LB3 yang berasal dari eksternal ITP antara lain:

1. Penerimaan limbah

Limbah B3 yang berasal dari industri penghasil limbah/transpoter, diterima oleh Departemen AFR, sedangkan untuk biomassa penanganannya dilakukan oleh Departemen Suplai. Penyeleksian limbah B3 yang dapat digunakan sebagai BBA dilakukan berdasarkan kadar maksimum pengotor sesuai Kepmen LH No.390 Tahun 2008 tentang Ijin Pemanfaatan LB3 kepada PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk dibuktikan dengan uji sampel limbah yang dilakukan oleh laboratorium eksternal. Jika nilai kandungan pengotor berada di bawah kadar maksimum yang diperkenankan, maka LB3 akan mendapatkan lembar profil limbah (*waste profile*) yang menerangkan asal limbah, nama transpoter, kandungan limbah serta informasi mengenai toksisitas limbah (*health and hazard information*). Sebaliknya jika limbah memiliki kandungan pengotor melebihi kadar maksimum, maka LB3 akan ditolak. Setelah LB3 masuk, selanjutnya dilakukan penimbangan muatan hingga penyimpanan (Gambar 24).



Pengecekan

Pemindahan

Penyimpanan

Gambar 24. Penerimaan LB3
(Sumber: Indocement (a), 2008)

2. Penyortiran dan pemilahan

Penyortiran dilakukan untuk menjamin homogenya ukuran BBA sebelum diumpankan. Pada LB3 jenis majun misalnya perlu disortir menuju ke tahap selanjutnya yaitu pemotongan. Seperti terlihat dalam Gambar 25, limbah harus disortir untuk mempermudah pengumpanan.



Gambar 25. Penyortiran LB3
(Sumber: Indocement (a), 2008)

3. Pemotongan

Limbah padat berukuran besar harus mengalami pemotongan untuk memperkecil ukuran. Penghasil LB3 akan dikenai biaya yang lebih tinggi jika LB3 masih memerlukan perubahan ukuran. ITP mengoperasikan 2 buah alat pemotong (Gambar 26), yang dioperasikan selama 24 jam untuk memenuhi pasokan BBA bagi pembakaran pada tanur tiap harinya.



Gambar 26. Alat potong (*Crusher*)
(Sumber: Indocement (a), 2008)

4. Pencampuran

Pencampuran biomassa dan lumpur minyak dilakukan pada sumur pencampur (*mixing pit*). Pencampuran dinyatakan selesai jika campuran memiliki $HV \geq 3000$ kkal/kg dan $MC 30\% \pm 5\%$ dan telah dianalisis oleh QARD. Pencampuran pada P8 dilakukan karena instalasi BBA hanya memungkinkan umpan BBA padat.

5. Penyimpanan

Limbah yang telah memenuhi persyaratan ($HV \geq 3000$ kkal/kg dan $MC 30\% \pm 5\%$) disimpan dalam gudang BBA (Gambar 27). Pengambilan BBA untuk tanur didasarkan pada limbah yang paling awal disimpan, sehingga karakteristik limbah sama/hampir sama kondisinya pada saat pencampuran.



Gambar 27. Penyimpanan BBA
(Sumber: Indocement (a), 2008)

6. Pengumpanan

BBA yang telah diletakkan pada *hopper* (tempat untuk pengumpanan), kemudian dialirkan ke dalam titik pengumpanan pada tanur dengan menggunakan ban berjalan (*conveyor*). Emisi BBA diminimisasi dengan menggunakan *conveyor*

tertutup (jenis *tube conveyor*) sehingga ceceran BBA padatan yang mengandung LB3 dapat dihindari.

Pengolahan LB3 berupa lumpur minyak yang berasal dari luar PT ITP dikenai biaya kompensasi US\$ 5-30/ton. Meningkatnya penghasil limbah B3 yang menggunakan *co-processing* sebagai pengolah LB3 pada saat ini membawa keuntungan bagi lingkungan, karena secara ekonomi keuntungan dari penerimaan kompensasi LB3 jauh lebih kecil dengan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk pemantauan emisi tanur akibat pemanfaatan BBA dan biaya operasional instalasi yang mendukung program BBA seperti; upah kontraktor, pemantauan *leakage* (kebocoran pada sumur pencampur), pemeriksaan periodik terhadap pekerja dan pemeliharaan alat.

Penggunaan lumpur minyak dari Departemen Suplai yang berasal dari utilitas PT ITP akan mengurangi biaya pengelolaan LB3 yang dihasilkan oleh internal perusahaan. Neraca konsumsi LB3 P8 menyertakan pemanfaatan lumpur minyak yang dihasilkan oleh utilitas, pada periode Januari-September (Tabel 29). Rata-rata tiap bulanya, ITP menghasilkan 27,53 ton lumpur minyak seperti ditunjukkan pada Tabel 35.

Tabel 35. Volume Lumpur Minyak PT ITP

Tahun	Bulan	Jumlah (ton)
2008	Januari	28,26
	Februari	23,40
	Maret	35,68
	April	13,68
	Mei	69,96
	Juli	15,72
	September	6,06

Dengan rata-rata 27,53 ton/bulan, total biaya yang harus dikeluarkan per bulan oleh ITP mencapai Rp 49.554.000,00 untuk pengolahan lumpur minyak. Nilai ini merupakan pendekatan, dengan biaya pengolahan LB3 dengan jenis *paint sludge* senilai US\$ 200/ton pada instansi pengolah limbah B3 yang ada.

Ijin yang diperoleh PT ITP untuk memanfaatkan LB3 sebagai BBA pada tanur semen, memberikan penerimaan (kompensasi) untuk tiap LB3 yang masuk sebesar US\$ 5-30/ton (lebih rendah bila dibandingkan dengan pengolahan LB3 pada industri pengolah yang telah beroperasi sebelumnya). Untuk lumpur minyak biaya pengolahan yang harus dibayarkan oleh penghasil LB3 mencapai US\$ 30/ton. Dengan konsumsi lumpur minyak eksternal mencapai 309,71 ton/bulan, maka total penerimaan untuk pengolahan lumpur minyak eksternal mencapai US\$ 130.078,2 (tahun 2007-2008). Selain itu, lumpur minyak PT ITP juga dapat diolah secara mandiri sehingga mengurangi biaya (\approx Rp 49.554.000,-/bulan) yang seharusnya dikeluarkan jika pengolahannya diserahkan kepada pengolah limbah semacam PPLI dan sejenisnya.

5.7. Analisis pada Pencapaian Tujuan Umum

Kontinuitas pemanfaatan limbah sebagai BBA dapat ditinjau dari segi; keuntungan secara ekonomi (*economically profitable*), penerimaan oleh masyarakat (*socially acceptable*) dan kontribusi dalam pengelolaan lingkungan (*environmentally sound management*). Penjelasan potensi keberlanjutan BBA akan dibahas sebagai berikut:

1. Keuntungan secara ekonomi

Pengolahan limbah secara termal dengan menggunakan teknologi *co-processing* di industri semen memberikan keuntungan ekonomi bagi banyak pihak, diantaranya; industri semen, masyarakat dan lingkungan. Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, industri memperoleh keuntungan berupa substitusi kalor mencapai 9,69%. Substitusi kalor yang mampu dilakukan oleh campuran BBA berupa limbah pertanian dan limbah industri akan menguntungkan bagi industri yang sebelumnya sangat menggantungkan bahan bakar pada batubara. Keuntungan industri semen pada tahapan ini (nilai substitusi yang masih kecil) belum dapat dikalkulasi secara cermat karena besarnya biaya operasional yang harus dikeluarkan industri untuk pengoperasian BBA meliputi biaya operasional (upah karyawan), biaya pemantauan parameter *co-processing* dan pengurusan perijinan (aspek legal).

Pada industri penghasil limbah, *co-processing* memberikan solusi pengolahan limbah yang lebih murah. Seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran D, banyak industri secara kontinyu mengolah limbahnya dengan memanfaatkan teknologi yang mampu dilakukan oleh tanur semen. Penurunan biaya pengolahan LB3 memberikan keuntungan bagi industri penghasil LB3 karena *co-processing* bukan sebagai kegiatan utama. PT Kramayudha Motor misalnya sebelum menggunakan *co-processing* sebagai pengolahan limbahnya harus mengeluarkan US\$ 200/ton untuk mengolah *paint sludge* (Selamet, 2002) sedangkan pengolahan dengan *co-processing* sekitar US\$ 5-30/ton (AFRD PT ITP, 2009).

Terbentuknya jaringan ekonomi akibat pemanfaatan limbah juga dapat dirasakan oleh masyarakat. Biomassa yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan menjadi pasokan tetap BBA di industri semen. Munculnya permintaan limbah biomassa ini akan membentuk jaringan ekonomi baru; penghasil limbah, angkutan limbah, tenaga pengangkut dan tenaga pengumpul. Tenaga pengumpul inilah yang berhubungan dengan perusahaan untuk menyediakan pasokan limbah sesuai dengan kebutuhan operasi *plant*. Pemanfaatan limbah industri (dalam hal ini LB3) memberikan pengaruh tumbuhnya transpoter LB3 yang menangani pengangkutan LB3 dengan kendaraan khusus. Industri penghasil LB3 yang memilih pengolahan limbahnya dengan teknologi *co-processing* akan menciptakan pasar bagi penyediaan LB3 sebagai BBA.

Penggunaan limbah sebagai BBA memberikan keuntungan bagi lingkungan. Selain mengurangi permasalahan volume limbah, *co-processing* mampu memanfaatkan kalor beberapa jenis LB3 yang sebelumnya didestruksi dengan insinerator. Pemanfaatan nilai kalor limbah akan mengurangi CO₂ yang dilepaskan oleh pembakaran dengan insinerator sekaligus mengurangi konsumsi bahan bakar pada industri semen, karena porsi kalori bahan bakar batubara disubstitusi oleh BBA.

2. Penerimaan oleh masyarakat

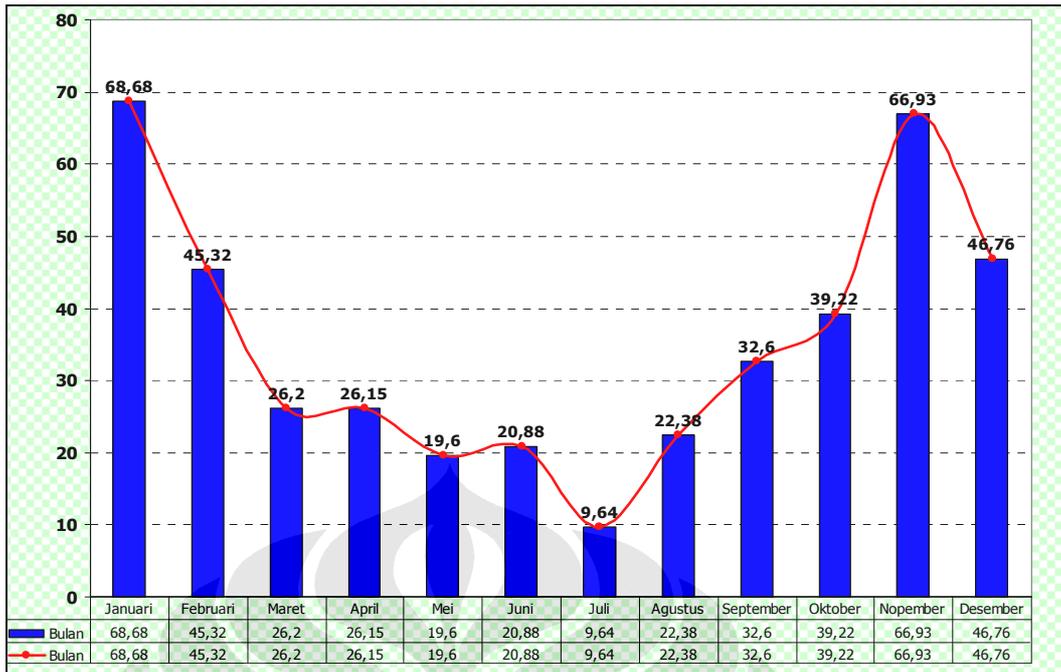
Penerimaan masyarakat dengan penggunaan biomassa dan LB3 dalam penelitian ini tidak dianalisis berdasarkan wawancara secara langsung dengan penghasil

limbah maupun jaringan yang terlibat dalam alur penyediaan limbah. Analisis penerimaan masyarakat dapat disimpulkan dari terbentuknya jaringan penyedia biomassa dan LB3 sebagai BBA untuk bahan bakar di industri semen.

Jaringan ekonomi yang terbentuk oleh penggunaan limbah biomassa selain melibatkan masyarakat lokal sebagai tenaga pengumpul) juga masyarakat di daerah lain (Jonggol, Sukabumi, Bogor dan Cianjur) yang bertindak sebagai penghasil limbah pertanian dan perkebunan. Pada unit AFR, tenaga kerja yang menangani limbah juga berasal dari masyarakat sekitar. Tercatat bahwa ada dua kontraktor yang memperkerjakan tenaga kerja yang berasal dari masyarakat lokal (90 orang) sebagai tenaga operasional pada AFR.

Selain jenis BBA yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, potensi BBA yang berasal dari sampah rumah tangga cukup memberikan harapan. Melalui program kemitraan PT ITP dengan masyarakat melalui UPK Citeureup, ITP berhasil mengelola sampah rumah tangga menjadi kompos dan RDF. UPK Citeureup yang lahir sebagai wujud tanggung jawab sosial perusahaan mampu memberikan kontribusi positif berupa solusi efektif pada permasalahan sampah domestik. Keunggulan lainnya adalah dengan dihasilkannya RDF dengan nilai kalor mencapai 3400 kkal/kg dan MC 25%. Hal ini sekaligus mengindikasikan potensi penyediaan BBA yang berasal dari sampah rumah tangga.

Pada Gambar 28 terlihat jumlah RDF yang mampu dihasilkan UPK Citeureup tiap bulannya. Hingga Desember 2008, UPK Citeureup mampu mengolah sampah rumah tangga yang berasal dari 4 desa; Karangasem Barat, Puspasari, Puspanegara, dan Citeureup. RDF yang dihasilkan dari pengolahan sampah rumah tangga ini setidaknya lebih stabil pasokannya jika dikelola lebih baik, karena jumlah sampah rumah tangga memiliki volume yang cenderung stabil. Permasalahannya hanya pada pemilahan sampah pada saat pengolahan. Sampah harus dipilah-pilah antara sampah yang masih dapat dimanfaatkan (plastik, botol, kaca, kaleng, dan lain-lain) dengan jenis sampah yang tidak dapat dimanfaatkan lagi.



Gambar 28. Grafik Produksi RDF yang Mampu Dihasilkan UPK Citeureup dari Sampah Domestik

(Sumber: *Community Development Department PT Indocement, 2009*)

Pengolahan sampah rumah tangga menjadi RDF termasuk potensi yang patut dipertimbangkan. Disamping sebagai solusi bagi permasalahan sampah domestik yang volumenya cukup tinggi, pengolahan sampah rumah tangga akan mengurangi emisi metan yang terjadi akibat *landfilling* dan emisi karbon jika sampah dibakar. Pengolahan sampah rumah tangga menjadi RDF memerlukan kerjasama antara masyarakat dan pemerintah. Jika selama ini pengelolaan sampah hanya ditimbun di lahan TPA, dengan penanganan akan menjadikan sampah bernilai tambah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai BBA dalam industri semen.

3. Kontribusi dalam pengelolaan lingkungan

Co-processing menjadi terobosan penting dalam perusahaan semen. Banyak efek sekunder positif yang mampu ditimbulkan (*multiplier effect*). Seperti yang telah disebutkan dalam sub bab sebelumnya bahwa analisis penggunaan BBA pada PT ITP menunjukkan bahwa teknologi ini mampu memanfaatkan kembali kalor yang terdapat pada berbagai jenis limbah secara termal sehingga potensi limbah yang dapat menurunkan kualitas lingkungan dengan emisi CO₂-nya dapat diminimisasi.

Dengan demikian, *co-processing* memenuhi unsur-unsur keberlanjutan, meskipun pada sisi ekonomi baru dapat dirasakan setelah persen substitusi bahan bakar cukup besar, dan tentunya memerlukan waktu yang tidak singkat.

