



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI INDUSTRI SEMEN**

(Studi Penggunaan Bahan Bakar Alternatif
di PT Indocement Tungal Prakarsa, Tbk-Plant 8
Menggunakan Teknologi *Co-processing*)

**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar**

**MAGISTER DALAM
ILMU LINGKUNGAN**

**FELISA DWI PRAMESTHI
NPM: 0706191783**

**JENJANG MAGISTER
PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
JAKARTA, JUNI, 2009**

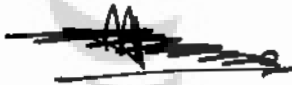
Judul tesis : PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DI INDUSTRI SEMEN

(Studi Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk-Plant 8 Menggunakan Teknologi *Co-processing*)

Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Komisi Penguji Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia pada 29 Mei 2009 dan telah dinyatakan LULUS ujian komprehensif dengan yudisium SANGAT MEMUASKAN.

Jakarta, ... Juni 2009

Mengetahui
Ketua Program Studi
Ilmu Lingkungan



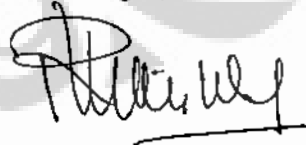
Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

Tim Pembimbing
Pembimbing I,



Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Roekmijati W. Soemantojo, MSi

Nama : Felisa Dwi Pramesthi
 NPM/Angkatan : 0706191783/XXVI
 Kekhususan : Proteksi Lingkungan
 Judul Tesis : Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di Industri Semen
 (Studi Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di PT
 Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk-Plant 8 Menggunakan
 Teknologi *Co-processing*)

Komisi Penguji Tesis

No	Nama Lengkap	Keterangan	Tanda tangan
1	Dr.Ir. Setyo S. Moersidik, DEA	Ketua Sidang/ Pembimbing	
2	Dr.dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi	Sekretaris Sidang	
3	Prof. Dr. Ir. Roekmijati W. Soemantojo, MSi	Pembimbing	
4	Prof. Dr. R.T.M. Sutarnihardja, M.Ag, Chem	Penguji Ahli	
5	Dr. Ir. Moh Hasroel Thayib, APU	Penguji Ahli	

BIODATA PENULIS

Nama : Felisa Dwi Pramesthi
Tempat, Tgl Lahir : Batang, 16 Agustus 1983
Status Perkawinan : Belum Kawin
Alamat : Perum Taman Modern Blok i-1/24 Cakung, Jakarta Timur
Email : fdwipramesthi@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

- SMU Negeri 1 Pekalongan
- Program Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang
Jurusan Teknik Kimia
- Program Pascasarjana Universitas Indonesia (UI) Program Studi Ilmu Lingkungan

Karya Ilmiah :

- Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Baku Chitosan dalam Upaya Peningkatan Usaha Prospektif (2003).
- Minimalisasi *Flow Maldistribution* dan Pencapaian *Flooding Velocity* pada Absorber Unggun Tetap (2004).
- Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di Industri Semen (2009)
(Studi Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di PT Indocement Tungal Prakarsa, Tbk – Plant 8 Menggunakan Teknologi *Co-processing*)

KATA PENGANTAR

Pemanfaatan limbah biomassa dan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) sebagai bahan bakar alternatif dalam industri semen, merupakan langkah industri dalam mendukung berlanjutnya fungsi lingkungan (*environmental sustainability*). Implementasi bahan bakar alternatif (BBA) memberikan kontribusi penurunan konsumsi bahan bakar fosil, penurunan emisi karbon dioksida (CO₂) dan manfaat sosio-ekonomi yang diakibatkan oleh meningkatnya nilai limbah. Kehadiran tesis ini diharapkan memberi manfaat bukan hanya bagi pelaku industri tetapi juga pemerintah dan masyarakat.

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih dan hormat, penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tesis mengenai "Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di Industri Semen". Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA, Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia dan selaku Pembimbing I atas perhatian, ilmu dan motivasi yang selama ini diberikan selama penulis berada pada program studi ini.
2. Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi, selaku Sekretaris Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia atas arahan, motivasi dan keakraban dalam kegiatan belajar mengajar.
3. Prof. Dr. Roekmijati W. Soemantojo, MSi, selaku Pembimbing II atas seluruh masukan, waktu dan transfer ilmu selama membimbing penulis menyelesaikan tesis.
4. Manajemen PT Indocement Tungal Prakarsa, Tbk Citeureup atas seluruh ilmu dan arahnya selama penelitian berlangsung hingga konsultasi penyusunan tesis ini antara lain; Acoka Wardhana, Ridwan H Saputra, Anung Supriyadi, Lia Putriana, Legiono, Mujiharto, Herry Purnomo, Sungkono, Harsono Hadisumardjo dan seluruh staff *Alternative Fuel and Raw Material*

Department dan Production Plant 7/8 yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

5. Ir. Masri Wendy Zulfikar, M.Eng atas bantuanya selama pra penyusunan tesis.
6. Staff PSIL: Pak Udin, Bu Erni, Bu Irna, Mas Nasrul dan Mas Juju' yang telah memberikan bantuan selama penulis menyelesaikan studi di program ini.
7. Andreas Pramudianto, SH., MSi atas bantuan literatur *co-processing* dalam penyusunan tesis ini.
8. Asosiasi Pengusaha kayu Gergajian dan Kayu Olahan Indonesia (ISWA) dan Asosiasi Industri Permebelan dan Kerajinan Indonesia (ASMINDO) yang telah memberikan masukan terhadap ketersediaan limbah biomassa dari sektor kehutanan.
9. Citra Wardhani, ST., MSi atas kesedianya menjadi reader tesis
10. Teman-teman PSIL angkatan 26 (A dan B) atas motivasi dan kekeluargaanya selama dua tahun kebersamaannya.
11. Keluarga penulis di Batang dan Semarang. Terima kasih atas semangat dan motivasi yang tak pernah surut.
12. Teman-teman penelitian di PT. Indocement Citeureup periode Januari 2009; Elissa, Putri (Psikologi UT), Ismail, Miftah (Fisika UNJ), Wiwik (PSL IPB), Dina, Nurdin dan Rohmat...terimakasih atas solidaritas dan keakrabannya selama sebulan di Indocement Citeureup.

Akhirnya penulis berharap, semoga tesis ini dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di bidang ilmu lingkungan.

Jakarta, Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xiii
RINGKASAN	xiv
SUMMARY	xvii
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	
1.3.1. Tujuan Umum	6
1.3.2. Tujuan Khusus	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Lingkup Penelitian	6
2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
2.1. Kerangka Teoretik	
2.1.1. Batubara	7
2.1.2. Bahan Bakar Alternatif	9
2.1.3. Proses Pembuatan Semen	15
2.1.4. <i>Co-processing</i>	18
2.1.5. Energi Berkelanjutan	21
2.2. Kerangka Berpikir	23
2.3. Hipotesis	24
3. METODE PENELITIAN	
3.1. Pendekatan Penelitian	25
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian	25
3.4. Jenis dan Sumber Data	27
3.5. Teknik Pengumpulan Data	28
3.6. Metode Analisis Data	29
3.7. Keterbatasan Penelitian	32
4. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN	
4.1. Kondisi Umum Perusahaan	33
4.2. Kondisi Wilayah Sekitar Perusahaan	41
5. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan BBA	45
5.2. Kendala-kendala Pemanfaatan BBA	49

5.3. Kontinuitas Penggunaan BBA	57
5.4. Penghematan Biaya yang Diakibatkan Penggunaan BBA	68
5.5. Pengaruh Penggunaan BBA terhadap Jumlah CO ₂ yang Diemisikan dari Proses Pembakaran	72
5.6. Pengaruh Penggunaan BBA terhadap Biaya Pengelolaan Pasca Produksi	74
5.7. Analisis pada Pencapaian Tujuan Umum	78
6. KESIMPULAN	
6.1. Kesimpulan	83
6.2. Saran	84
DAFTAR KEPUSTAKAAN	85
DAFTAR BACAAN	88
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

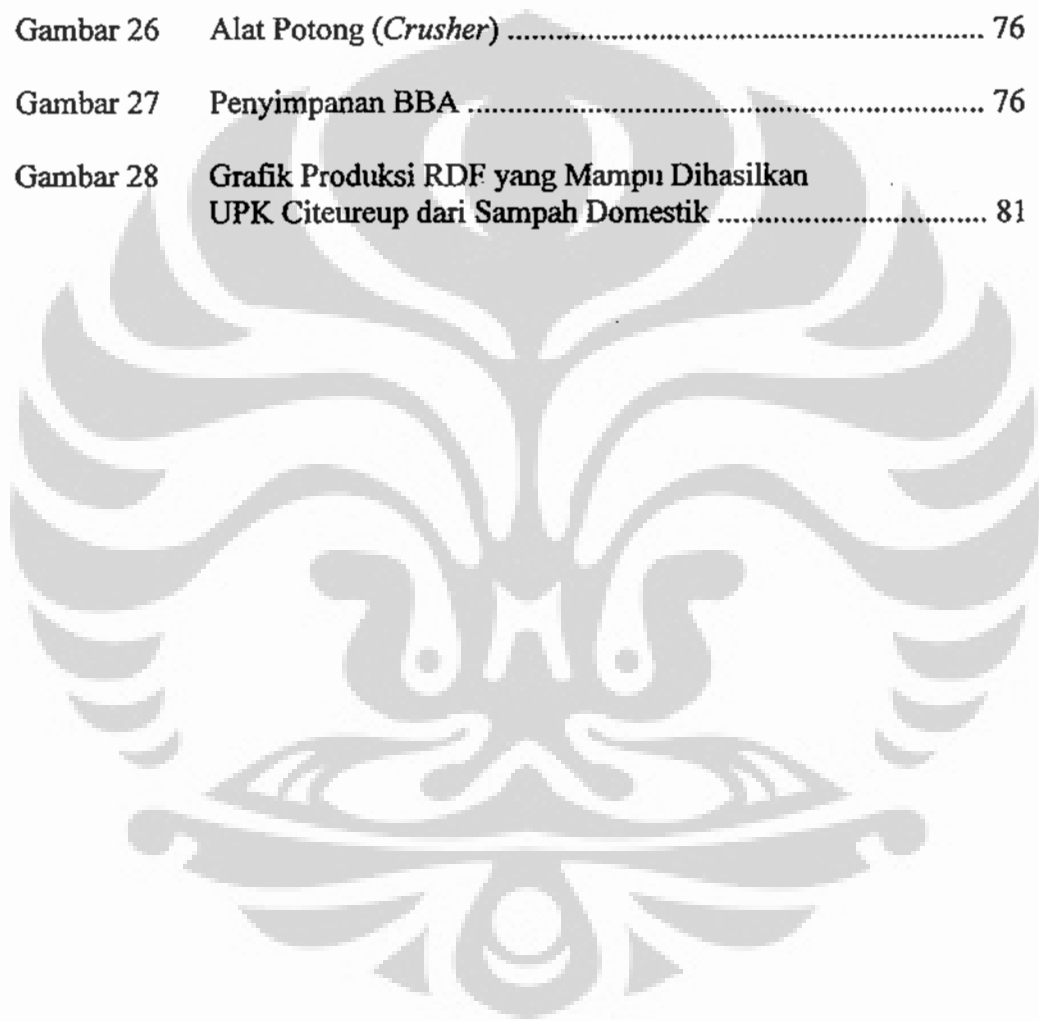
		Halaman
Tabel 1	Intensitas Energi di Beberapa Negara Dibandingkan dengan Indonesia	2
Tabel 2	Harga Batubara April 2007	3
Tabel 3	Penggunaan AFR di Industri Semen	9
Tabel 4	Perbandingan Nilai Kalori Berbagai Jenis Biomassa	10
Tabel 5	Potensi Biomassa di Indonesia	11
Tabel 6	Keuntungan dan Kerugian Beberapa Teknologi Pengolahan Limbah	20
Tabel 7	Status Energi Indonesia	21
Tabel 8	Kriteria Responden	25
Tabel 9	Matrik Variabel Penelitian	26
Tabel 10	Matriks Metode untuk Menjawab Tujuan Penelitian	27
Tabel 11	Lokasi dan Kapasitas Pabrik Indocement	33
Tabel 12	Status Perkembangan Proyek CDM Indocement	38
Tabel 13	Tahapan Reaksi Pembentukan Klinker	40
Tabel 14	Jumlah Penduduk Menurut Desa/Kelurahan	42
Tabel 15	Data Penduduk berdasarkan Mata Pencaharian	43
Tabel 16	Penyerapan Tenaga Kerja Kontraktor PT ITP Semester I Tahun 2008	44
Tabel 17	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan BBA	45
Tabel 18	Nilai Kalor Batubara dan BBA Utama P8	46
Tabel 19	Nilai Kalor Batubara Sebelum Penggunaan BBA	47
Tabel 20	Kendala-kendala Penggunaan BBA	49
Tabel 21	Kondisi Operasi Pembakaran	50

Tabel 22	Baku Mutu Emisi Kegiatan di Kiln Semen	51
Tabel 23	Biaya Pemantauan BBA	52
Tabel 24	Potensi Sekam dari Lahan Pertanian Jawa Barat	60
Tabel 25	Analisis Ketersediaan (<i>availability</i>) Cangkang Sawit	61
Tabel 26	Konsumsi BBA Jenis Limbah B3	62
Tabel 27	Penghasil Lumpur Minyak yang Menggunakan <i>Co-Processing</i> PT. ITP	63
Tabel 28	Penghasil <i>Paint Sludge</i> yang Menggunakan <i>Co-Processing</i> PT ITP	65
Tabel 29	Kandungan Maksimum Pengotor dalam LB3 sebelum Dimanfaatkan sebagai BBMA	67
Tabel 30	Isomer PCDDs/PCDFs yang Turut Dipantau Pada 2007-2008	68
Tabel 31	Hasil Perhitungan Persentase Kalor Bahan Bakar Di Tanur P 8	69
Tabel 32	Komposisi BBA Berdasarkan Persen Berat	71
Tabel 33	Total Biaya Bahan Bakar dengan Penggunaan BBA	72
Tabel 34	Persentase Emisi CO ₂ Tiap Jenis Bahan Bakar	73
Tabel 35	Volume Lumpur Minyak PT. ITP	77

DAFTAR GAMBAR

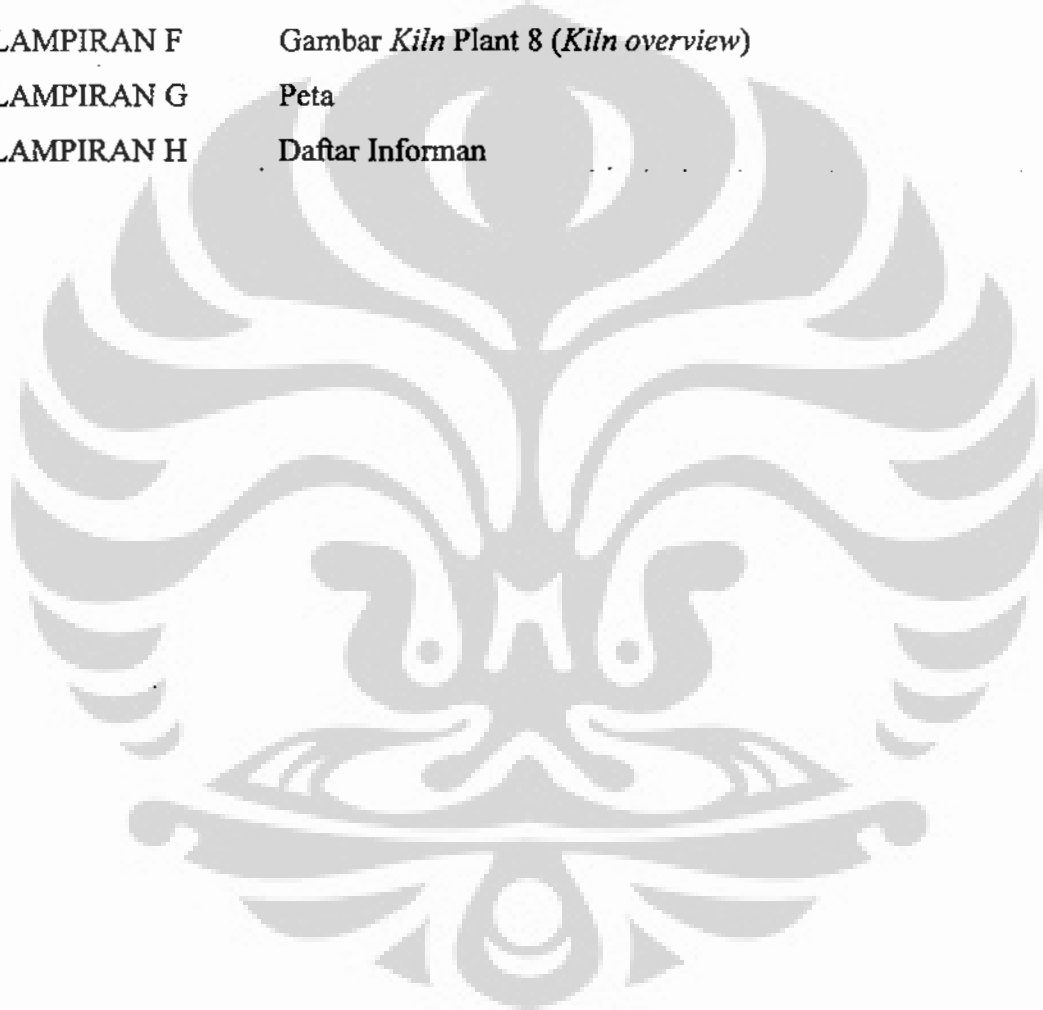
	Halaman
Gambar 1	Peta Lokasi Industri Semen di Indonesia 1
Gambar 2	Alternatif Penurunan Emisi Karbon 9
Gambar 3	Aliran Material 10
Gambar 4	Siklus Energi pada Tumbuhan 11
Gambar 5	Transformasi CO ₂ dalam Konversi Energi 12
Gambar 6	Proses Produksi CPO dan Potensi Limbah 12
Gambar 7	Kolam Penampungan Lumpur Minyak 16
Gambar 8	Tahapan Proses Pembuatan Semen 15
Gambar 9	Proses Pembakaran pada Unit <i>Kiln</i> Semen 17
Gambar 10	Hierarki Manajemen Pengelolaan Limbah 18
Gambar 11	Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun 19
Gambar 12	Alur Transfer Limbah B3 21
Gambar 13	Kerangka Konsep Penelitian 23
Gambar 14	Skema Emisi CO ₂ pada Penggunaan BBA di Industri Semen 35
Gambar 15	Siklus Proyek CDM 37
Gambar 16	Unit <i>Kiln</i> 39
Gambar 17	Diagram Alir <i>Co-Processing</i> 48
Gambar 18	Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Serbuk Gergaji P8 54
Gambar 19	Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Sekam P8 54
Gambar 20	Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Cangkang Kelapa Sawit P8 55

Gambar 21	Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Lumpur Minyak P8	56
Gambar 22	Potensi Limbah dari Industri Penggergajian Kayu	58
Gambar 23	Perkembangan Luas Lahan Hutan Jawa Barat	58
Gambar 24	Penerimaan LB3	75
Gambar 25	Penyortiran LB3	75
Gambar 26	Alat Potong (<i>Crusher</i>)	76
Gambar 27	Penyimpanan BBA	76
Gambar 28	Grafik Produksi RDF yang Mampu Dihasilkan UPK Citeureup dari Sampah Domestik	81



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Contoh Lembar Perhitungan Emisi CO ₂ dengan Menggunakan Formulasi dari WBCSD
LAMPIRAN B	Konsumsi Bahan Bakar Plant 8
LAMPIRAN C	Kandungan Air dan Nilai Kalori Bahan Bakar Alternatif
LAMPIRAN D	Sumber Bahan Bakar Alternatif
LAMPIRAN E	Panduan Wawancara
LAMPIRAN F	Gambar <i>Kiln Plant 8 (Kiln overview)</i>
LAMPIRAN G	Peta
LAMPIRAN H	Daftar Informan



DAFTAR SINGKATAN

AFR	<i>Alternative Fuel and Raw Material</i>
APEREC	<i>Asia Pasific Energy Research Centre</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
BBA	Bahan Bakar Alternatif
BBMA	Bahan Bakar dan Material Alternatif
BPLHD	Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah
BPS	Badan Pusat Statistik
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i>
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
CSR	<i>Corporate Social Responsibility</i>
CV	<i>Caloric Value</i>
DNA	<i>Designated National Authority</i>
DOE	<i>Designated Operational Entity</i>
EB	<i>Executive Board</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
GCV	<i>Gross Caloric Value</i>
GJ	Giga Joule
GRK	Gas Rumah Kaca
GW	Giga Watt
HDO	<i>High Diesel Oil</i>
HV	<i>Heating Value</i>
HWF	<i>Hazardous Waste as Fuel</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
ITP	Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk
Kkal	Kilo Kalori
Komnas	Komisi Nasional
KWH	<i>Kilo Watt Hour</i>
MC	<i>Moisture Content</i>
MPB	Mekanisme Pembangunan Bersih

MT	Metrik Ton
MW	Mega Watt
NCV	<i>Net Caloric Value</i>
OE	Entitas Operasional
OHSAS	<i>Occupational Health & Safety Assessment Series</i>
P8	<i>Plant 8</i>
PBB	Perserikatan Bangsa-Bangsa
PCDDs	<i>Polychlorinated dibenzodioxins</i>
PCDFs	<i>Polychlorinated dibenzofurans</i>
PDD	<i>Project Design Document</i>
PIN	<i>Project Idea Note</i>
PKS	Pabrik Kelapa Sawit
POME	<i>PalmOil Mill Effluent</i>
PPC	<i>Portland Pozzolan Cement</i>
PPLI	Prasadha Pamunah Limbah Industri
PROPER	Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan
QARD	<i>Quality Assurance and Research Department</i>
RDF	<i>Refused Derived Fuel</i>
RKL	Rencana Pengelolaan Lingkungan
RPL	Rencana Pemanauan Lingkungan
SGG	Semen Gresik Grup
SMK3	Standar Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Karyawan
SP	<i>Suspension Preheater</i>
TBS	Tandan Buah Segar
TEQ	<i>Toxicity Equivalent Quotient</i>
TKKS	Tandan Kosong Kelapa Sawit
TSCF	<i>Trillion Standard Cubic Feet</i>
UNFCCC	<i>United Nation Framework Conference for Climate Change</i>
UPK	Unit Pelayanan Kebersihan
WBCSD	<i>World Bussiness Council for Sustainable Development</i>
WWT	<i>Waste Water Treatment</i>

ABSTRAK

Penggunaan batubara yang dikategorikan sumberdaya tak terbarukan sebagai bahan bakar tanur semen memberikan kontribusi emisi CO₂ sebagai Gas Rumah Kaca (GRK). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengembangan energi terbarukan dengan pemanfaatan limbah dalam rangka penurunan konsumsi batubara dan penurunan emisi CO₂. Kajian mendalam mengenai pemanfaatan kembali energi yang terkandung pada limbah dengan teknologi *co-processing* dilakukan di Plant 8, PT. Indocement Tunggul Prakarsa (ITP) Tbk, Citeureup. Penelitian ini tergolong penelitian kuantitatif. Penelitian lapangan dilakukan pada bulan Januari 2009 untuk menganalisis penggunaan bahan bakar alternatif (BBA) pada periode 2007-2008. Kesimpulan yang dapat diambil, bahwa *co-processing* memenuhi unsur-unsur keberlanjutan seperti *economically profitable*, *socially acceptable* dan *environmentally sound manageable*. Secara khusus, kesimpulannya yaitu: (1) Kriteria pemilihan BBA dalam industri semen: nilai kalori, kandungan air dan kemudahan penanganan, (2) Kendala pemanfaatan BBA: kualitas biomassa yang fluktuatif, kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi dan kendala berupa biaya investasi serta operasional yang tinggi, (3) BBA jenis sekam, cangkang kelapa sawit dan limbah industri memiliki keberlanjutan pasokan relatif stabil, sedangkan serbuk gergaji tidak dapat mencukupi konsumsi BBA di masa mendatang. Perkiraan kontinuitas pasokan BBA ini tidak memperhitungkan penggunaan BBA sebagai bahan bakar rumah tangga dan bahan dasar pupuk organik, (4) Penggunaan BBA (2007-2008) mampu mensubstitusi kalor sebesar 9,69% dan memberikan penurunan biaya bahan bakar sebesar 8,95%, (5) Pemanfaatan biomassa yang dikategorikan memiliki energi bebas CO₂ (2007-2008) memberikan penurunan emisi CO₂ sebesar 7,49%, (6) Teknologi *co-processing* pada tanur semen, memberikan penerimaan (kompensasi) untuk tiap LB3 yang masuk sebesar US\$ 5-30/ton, sesuai dengan karakteristik limbah. Selain itu, lumpur minyak ITP juga dapat diolah secara mandiri sehingga mengurangi biaya yang seharusnya dikeluarkan jika pengolahannya diserahkan kepada instansi pengolah limbah.

Kata kunci: batubara, CO₂, biomassa, LB3, *co-processing*

RINGKASAN

**Program Studi Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana Universitas Indonesia
Tesis, Mei 2009**

- A. Nama Felisa Dwi Pramesthi
- B. Judul Tesis PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DI INDUSTRI SEMEN (Studi Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di PT Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk-Plant 8 Menggunakan Teknologi *Co-Processing*)
- C. Jumlah Halaman Halaman permulaan, xx, halaman isi, 89; Ilustrasi: Gambar, 28, Tabel, 35, Lampiran, 23 dan Peta, 1.
- D. Isi Ringkasan:

Industri semen adalah tipe industri yang memerlukan energi cukup besar. Energi ini antara lain digunakan dalam proses pembakaran (bahan bakar), sistem ketenagalistrikan dan pengoperasian alat. Emisi CO₂ dihasilkan dari reaksi dekarbonasi, proses pembakaran dan penyediaan listrik. Batubara sebagai bahan bakar primer di industri semen tergolong sumberdaya yang tak terbarukan dan menghasilkan pencemar seperti NO_x, CO₂, dan SO₂. Pengembangan bahan bakar alternatif (BBA) yang berasal dari limbah (berupa biomassa dan limbah industri) menjadi peluang substitusi bahan bakar yang dapat menurunkan emisi karbon. Penggunaan BBA yang berasal dari biomassa dan limbah industri merupakan terobosan penting dalam eksplorasi energi terbarukan dan minimasi limbah.

Saat ini dari tujuh perusahaan semen di Indonesia baru tiga perusahaan yang menggunakan BBA. PT Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk (ITP), Holcim Indonesia dan PT Semen Gresik. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah masih terbatasnya pemakaian biomassa dan limbah industri sebagai bahan campuran bahan bakar primer di industri semen. Tujuan umum yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mencari pengembangan energi terbarukan dengan pemanfaatan limbah dalam rangka penurunan konsumsi batubara dan penurunan emisi karbon (CO₂). Sedangkan tujuan khususnya antara lain: (1) Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan BBA, (2) Mengetahui kendala-kendala penggunaan bahan bakar campuran, (3) Mengetahui kontinuitas penggunaan BBA, (4) Menghitung tingkat penghematan biaya yang dapat dicapai dengan pencampuran batubara dengan BBA, (5) Menganalisis tingkat efisiensi penggunaan BBA dengan jumlah CO₂ yang diemisikan dari proses pembakaran, (6) Mengetahui pengaruh penggunaan BBA pada biaya pengelolaan limbah pasca produksi (untuk BBA yang berasal dari limbah *oily sludge*/lumpur minyak).

Penelitian dilaksanakan di Plant 8, PT. ITP, Tbk Citeureup, Jawa Barat. Penelitian lapangan dilakukan pada bulan Januari 2009 untuk menganalisis konsumsi bahan bakar pada periode 2007-2008. Plant 8 menggunakan BBA berupa biomassa (serbuk gergaji, sekam dan cangkang kelapa sawit) serta limbah industri (lumpur minyak, *paint sludge*, *sludge* WWTP dll) yang masuk dalam klasifikasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3). Penelitian ini tergolong penelitian kuantitatif dengan format deskriptif yang bertujuan mengungkapkan pemanfaatan BBA pada industri semen yang telah melakukan program tersebut di atas. Penentuan lokasi dan responden dilakukan secara purposif.

Kriteria pemilihan BBA yang digunakan dalam industri semen: nilai kalori, kandungan air dan kemudahan penanganan. Pada tahun 2007-2008, nilai kalori (dalam kkal/kg) serbuk gergaji 3.600-4.400, sekam 2.300-3.200, cangkang kelapa sawit 4.100-4.500 dan lumpur minyak 7.125-13.501. Kandungan air rata-rata serbuk gergaji mencapai 24,74%, sekam 17,60%, cangkang kelapa sawit 15,43% sedangkan lumpur minyak sangat fluktuatif (8-45%) terkait dengan jenis industri yang menghasilkan. Kadar air biomassa pada musim penghujan dibatasi maksimal 50% untuk meminimalisasi konsumsi panas yang berlebihan. Kemudahan penanganan diindikasikan dengan tersediannya BBA yang siap diumpangkan (*ready to feed*) sehingga proses produksi tidak terganggu.

Kendala-kendala penggunaan BBA dapat dikategorikan pada kendala teknis dan kendala modal. Potensi emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna dapat diminimalkan, karena *co-processing* berlangsung pada temperatur >1.450°C sedangkan pembentukan dioksin/furan terjadi pada temperatur <950°C. Kendala teknis berupa kualitas biomassa yang fluktuatif serta kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi. Biomassa mengandung kadar air cukup tinggi pada musim penghujan mengakibatkan panas yang dikonsumsi justru bertambah untuk mengeringkan bahan bakar sebelum BBA mengeluarkan energi panasnya. Kendala terakhir berupa besarnya biaya investasi untuk pengembangan BBA (alat, aspek legal/perijinan) serta biaya operasional yang harus dikeluarkan untuk memantau penggunaan BBA (khususnya penggunaan limbah industri yang dikategorikan sebagai LB3).

Sekam dan cangkang kelapa sawit memiliki jumlah pasokan yang kontinyu. Limbah industri juga tersedia dalam jumlah yang cukup stabil dengan indikasi beralihnya penghasil LB3 menyerahkan pengolahan LB3-nya ke industri semen melalui teknologi *co-processing*. Serbuk gergaji sebagai absorben utama untuk LB3 berdasarkan analisis, tidak dapat memenuhi kebutuhan BBA di masa yang akan datang karena berkurangnya jumlah kayu olahan yang menjadi sumber limbah serbuk gergaji ini. Analisis pasokan ini tidak menyertakan perkiraan penggunaan biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga dan bahan dasar pupuk.

Substitusi kalor oleh BBA sebesar 9,69% (2007-2008) memberikan kontribusi biaya penurunan bahan bakar sebesar 8,95%. Pengurangan ini berasal dari pemanfaatan biomassa yang memiliki harga yang lebih murah dan penerimaan kompensasi (US\$ 5-30/ton) pengolahan LB3 yang berasal dari penghasil LB3.

CO₂ yang diemisikan oleh biomassa dianggap ekuivalen dengan CO₂ yang diserap selama daur hidupnya sehingga disebut *climate neutral*. Penggunaan biomassa ini memberikan penurunan emisi CO₂ sebesar 7,49%. Penurunan inilah yang kemudian dikompensasikan dengan *Certified Emission Reduction (CER)*.

Lumpur minyak yang digunakan sebagai campuran dalam BBA berasal dari internal PT. ITP-Citeureup dan eksternal. Lumpur minyak ITP yang berasal dari *Utility Department* mencapai 27,54 ton/bulan, sedangkan lumpur minyak eksternal mencapai 309,71 ton/bulan. Bagi ITP, pemanfaatan lumpur minyak (dari utilitas) akan menurunkan biaya pengolahan limbah yang harus dikeluarkan jika lumpur minyak yang merupakan LB3 diserahkan pengolahannya pada institusi pengolah limbah yang mencapai US\$ 200/ton. Untuk jenis lumpur minyak, misalnya dihargai hingga US\$ 30/ton, sehingga total penerimaan untuk lumpur minyak mencapai US\$ 130.078,2 hingga akhir tahun 2008.

Dipenuhinya faktor-faktor pemanfaatan BBA dari segi: keuntungan secara ekonomi, penerimaan masyarakat dan kontribusi dalam pengelolaan lingkungan berwawasan lingkungan dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan BBA di industri semen ini memiliki potensi berlanjut (*sustain*). Hasil analisis berdasarkan tujuan khusus diperoleh: (1) Kriteria pemilihan BBA dalam industri semen: nilai kalori, kandungan air dan kemudahan penanganan, (2) Kendala pemanfaatan BBA: kualitas biomassa yang fluktuatif dan kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi, biaya investasi dan operasional yang tinggi, (3) Sekam, cangkang kelapa sawit dan limbah industri memiliki kontinuitas pasokan relatif stabil sedangkan serbuk gergaji tidak dapat mencukupi konsumsi BBA pada masa mendatang. Analisis ini tidak termasuk pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga dan bahan dasar pupuk, (4) Penggunaan BBA (2007-2008) mampu mensubstitusi kalor sebesar 9,69% dan memberikan penurunan biaya bahan bakar sebesar 8,95%, (5) Pemanfaatan biomassa memberikan penurunan emisi CO₂ sebesar 7,49%, (6) Teknologi *co-processing* pada tanur semen, memberikan penerimaan (kompensasi) untuk tiap LB3 yang masuk sebesar US\$ 5-30/ton, sesuai dengan karakteristik limbah. Selain itu, lumpur minyak ITP juga dapat diolah secara mandiri sehingga mengurangi biaya yang seharusnya dikeluarkan jika pengolahannya diserahkan kepada instansi pengolah limbah.

Saran yang diajukan adalah: (1) Untuk mengatasi keterbatasan penelitian, disarankan pihak lain yang akan melakukan penelitian sejenis dilakukan dalam periode penelitian yang telah melewati tahap awal (*tuning operation*) sehingga keuntungan secara ekonomi akan lebih dapat dikaji lebih jauh, (2) Pengembangan biomassa lainya perlu dijajagi untuk mengantisipasi kelangkaan jenis biomassa tertentu, (2) Perusahaan perlu melakukan indentifikasi sejumlah aliran gas buang (dengan temperatur cukup panas) yang berasal dari peralatan produksi agar dapat dimanfaatkan sebagai energi pada instalasi pengering, (3) Pemanfaatan sampah rumah tangga sebagai BBA merupakan peluang yang memberikan harapan positif. Kemitraan antara industri, masyarakat dan pemerintah harus dibangun untuk menangani permasalahan volume sampah rumah tangga di samping sebagai usaha pengembangan energi alternatif.

E. Daftar Kepustakaan : 36 (1976-2009)

SUMMARY

**Programme of Study in Environmental Sciences
Postgraduate Programme University of Indonesia
Thesis, May 2009**

- A. Name : Felisa Dwi Pramesthi
- B. Thesis Title : The Use of Alternative Fuel in The Cement Industry (Study on The Use of Alternative Fuel at PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk-Plant 8 by Using *Co-Processing* Technology)
- C. Number of Pages : Initial pages, xx,content, 89,tables, 35,figures, 28, appendices, 23,and map, 1.

D. Summary :

Cement industry requires significant amounts of energy among others used in the combustion process (of fuel), electricity system and equipment operation. CO₂ emissions result from de-carbonation reactions, the combustion process and electricity supply. Coal as a primary fuel in the cement industry is a non-renewable resource which results in contaminants such as NO_x, CO₂, and SO₂. The development of alternative fuel (BBA), which derives from waste (in the form of biomass and industrial waste) and serves as a potential substitute for fuel which may reduce carbon emissions, is one of the contributors of global warming. The use of BBA which derives from biomass and industrial waste constitutes an important breakthrough in the exploration of renewable energy and minimizes waste.

From seven cement companies in Indonesia, only three companies are currently using BBA. PT Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk., (PT. ITP), Holcim Indonesia and PT. Semen Gresik, Tbk. Based on the above background, the formulation of issue in this research relates to the still limited use of BBA as a mixture of primary fuel materials. The main objectives that are sought to be reached in this research are ways to develop renewable energy by using waste for the purposes of reducing coal consumption and reducing GRK. More specific objectives, on the other hand, are (1) To identify factors which influence the choice of BBA, (2) To know the obstacles faced in using BBA, (3) To know the sustainability of use of the BBA, (4) To calculate the cost saving level that may be reached with the mixture between coal and BBA, (5) To know efficiency on the use of the BBA on the amount of CO₂ emitted from the combustion process, (6) To know influences on the use of the BBA on post production waste processing costs (for BBA which derives from oily sludge).

Research was conducted at Plant 8, PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk Citeureup, West Java. Field research was conducted on January 2009 to analyze the consumption of fuel for the 2007-2008 period. Plant 8 uses BBA in the form

of biomass (sawdust, rice husk and kernel shells) and industrial waste (oily sludge, paint sludge, WWTP sludge) which fall under the classification of hazardous waste (*Bahan Berbahaya dan Beracun*, LB3). This research is a quantitative research with a descriptive format which is aimed at revealing the benefits of BBA in the cement industry for companies which have already carried out the above program. The determination of locations and respondents were done in a purposeful manner.

Research results have indicated that several criteria for the selection of BBA used in the cement industry are: caloric value, moisture content and the ease handling. In 2007-2008, the caloric value (in kcal/kg) of sawdust was 3.600-4.400, rice husk 2.300-3.200, kernel shells 4.100-4.500 and oily sludge 5.700-11.000. The average moisture content of sawdust reached 24,74%, rice husk 17,60%, palm oil shells 15,43% with sludge oil being quite fluctuating (8- 45%) due to the type of industry being produced. The water content of biomass during the rainy season was limited to a maximum of 50% to minimize excessive heat consumption. Ease of handling indicated by availability of BBA which is ready to feed for the sustainability of production.

High temperatures in the kilns, long residence times, and the ability to absorb inorganic residue allow complete destruction of combustible hazardous waste while recovering the energy they contain in an environmentally sound manner. The system was engineered so that the fuel would be introduced at a point in the kiln where the temperature is above 1450°C that complete destruction of the organic constituents of the fuel is obtained. Obstacles faced in the use of BBA may be categorized as technical and capital-related obstacles. Technical obstacles take up the form of a fluctuating quality of biomass and a lack in quantity of requirement-fulfilling waste. Biomass, which contains a fairly high moisture content during the rainy season, has resulted in the heat being consumed to be even higher in order to dry fuel before such BBA can release its heat energy. The latter obstacles, on the other hand, refer to significant investment costs which are needed to develop BBA (equipment, legal/licensing aspect) as well as operational costs which must be incurred to monitor the use of such BBA (particularly the use of industrial waste which is categorized as LB3).

The availability of rice husk and kernel shells, on the other hand, are quite continuous in nature. Industrial waste is also made available in relatively stable amounts with indications of a shift of LB3 generators in handing over their B3 waste processing to the cement industry through co-processing technology. The availability of sawdust as a main absorber of LB3 based on analysis cannot meet future demands for BBA due to a decrease in the amount of processed wood which serves as a source of waste for such sawdust. It was excluded biomass usage as domestic fuel and fertilizer raw material.

Through the use of fuel during the 2007-2008 periods at PT. Indocement, Plant 8 was able to substitute calories for 9,69% so as to contribute to fuel reduction costs by 8,95%. This reduction came from the use of biomass which was relatively

cheap in price and the receipt of compensation (US\$5-30/ton) for LB3 processing which resulted from LB3 generators.

CO₂ emission from biomass is equivalent with CO₂ that absorb plant in their life cycle so it didn't count. Biomass resulted in the reduction of CO₂ emission for up to 7,49%. It was this reduction that was later compensated with Certified Emission Reduction.

The oily sludge used as a mixture in the BBA derived both internally from PT. ITP Citeureup and externally (from other industries). The oily sludge of PT. ITP which came from the Utility Department reached 27,54 tons/month, whereas external oily sludge reached 309,71 tons/month. For ITP, the use of oily sludge (from utilities) will reduce waste processing costs that must be incurred if the oily sludge, which constitutes LB3, were handed over in its processing to waste processing institutions which reached US\$ 200/ton. The use of sludge oil from other industries has resulted in an income of US\$ 5-30/ton in accordance with waste characteristics. Types of oily sludge, for example, were priced up to US\$ 30/ton so that the total income for oily sludge reached US\$ 130.078,2 up to the end of 2008.

Conclusions reached that the fulfillment of sustainability elements in the use of BBA such as; economically profitable, socially acceptable and environmentally sound management are factors which indicate that this use of BBA in the cement industry has the potential to be sustainable. This research also get conclusions: : (1) Criteria for BBA selection in the cement industry are: caloric value, moisture content and handling facilities, (2) The obstacles faced by the use of BBA come from waste characteristics: fluctuating quality of biomass, a lack in the quantity of requirement-fulfilling waste, and high investment and operational costs, (3) Rice husk, kernel shells and industrial waste own relatively stable sustainable supplies, but sawdust could not meet the consumption of BBA in the future. It's exclude biomass usage as domestic fuel and as fertilizer (4) The use of BBA (2007-2008) was able to substitute calories in the amount of 9,69% and reduced fuel costs by as much as 8,95%, (5) The use of biomass (on 2007-2008) has resulted in the reduction of CO₂ emissions by as much as 7,49%, (6) The co-processing technology of cement kiln has given income (compensation) for each entering of B3 waste in the amount of US\$5- 30/tons, in accordance with waste characteristics. In addition, the sludge oil at ITP may also be processed independently so as to reduce costs which should have been incurred if its processing were handed over to waste processing authorities.

The suggestions proposed are: (1) To overcome limitations in research, it is suggested that other parties who will undergo similar searches do so within a period of researches that has passed the tuning operation stage, so that their economic benefits can be further studied, (2) The development of other types of biomass needs to be sounded out to anticipate the scarcity of certain types of biomass, (2) The absence of drying installations results in fluctuating water contents in biomass to not be resolved. Companies need to identify a number of exhaust gas flows (with relatively hot temperatures) which comes from production equipment to be used as energy at dryer installations, (3) The use of municipal waste as BBA constitutes a relatively promising opportunity. A partnership

between industries, societies and the government must be developed to handle the issue of municipal waste volumes, besides efforts to develop alternative energy.

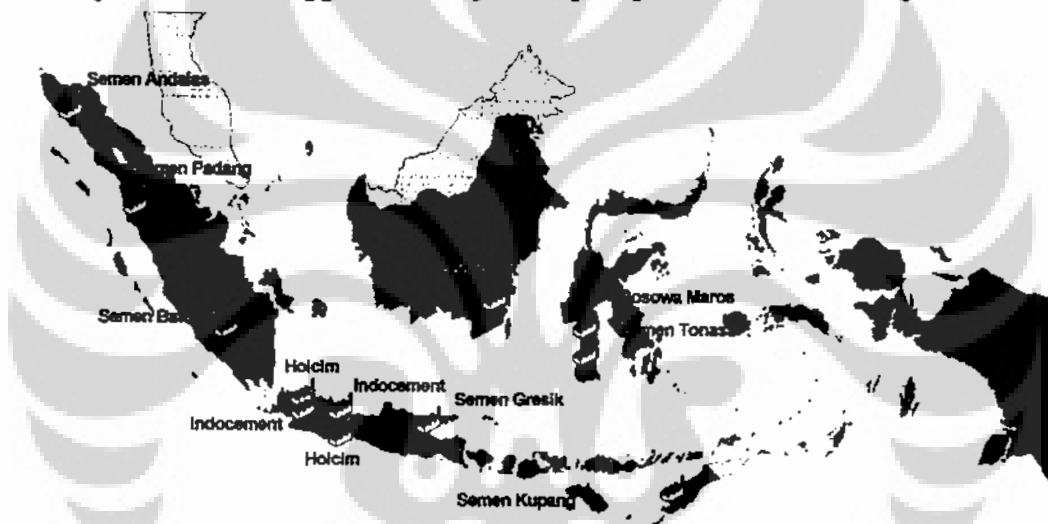
E. Number of References : 36 (1976-2009)



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semen adalah komoditas yang strategis bagi Indonesia. Sebagai negara yang terus melakukan pembangunan, semen menjadi produk yang sangat penting. Terlebih lagi, beberapa tahun ke depan, pembangunan infrastruktur terus meningkat. Kapasitas produksi semen nasional sekitar 47,5 ton/tahun yang tersebar di sembilan lokasi pabrik semen di Indonesia. Sunarsip (2007) menyatakan bahwa tingkat konsumsi semen saat ini mencapai sekitar 33 juta ton, sedangkan tingkat pemanfaatan efektif kapasitas produksi pabrik semen antara 80%-85% atau sekitar 38-40 juta/tahun sehingga masih terjadi surplus pasokan di dalam negeri.



Gambar 1. Peta Lokasi Industri Semen di Indonesia
(Sumber: *Center for Research on Energy Policy-ITB*, 2008)

Di Indonesia terdapat tujuh produsen semen (Gambar 1) yang beroperasi, yaitu Semen Gresik Group (SGG) yang menguasai sekitar 45%, Indocement 30%, Holcim Indonesia (15%) dan lainnya sebesar 10% dibagi kepada Semen Andalas, Semen Baturaja, Semen Bosowa, dan Semen Kupang (Sunarsip, 2007). Dilihat dari penguasaan pangsa pasar tersebut terdapat dua pelaku usaha yang mempunyai pangsa pasar sebagai *market leader*, yaitu SGG dan Indocement. Tahun 2008, pertumbuhan penjualan Indocement di Pulau Jawa sebesar 17% sementara di luar Pulau Jawa mencapai 26% (Ekawati, 2008).

Meningkatnya pembangunan di Indonesia yang menggunakan semen sebagai komoditas utama harus diimbangi dengan pengawasan terhadap kinerja pabrik semen. Tabel 1 memberikan gambaran besar kebutuhan energi pada beberapa kegiatan industri dimana konsumsi energi di Indonesia lebih tinggi dibandingkan negara-negara berkembang lainnya termasuk diantaranya industri semen.

Tabel 1. Intensitas Energi di Beberapa Negara Dibandingkan dengan Indonesia

Jenis Industri	Negara	Intensitas Energi	Unit
Besi dan Baja	Indonesia	700	KWH/ton
	India	604	
	Jepang	500	
Keramik	Indonesia	16,6	GJ/ton
	Vietnam	12,9	
Ban	Indonesia	8100	Kkal/kg produk
	Thailand	7000	
Semen	Indonesia	800	Kkal/kg klinker
	Jepang	773	
Kaca	Indonesia	12,4	GJ/ton
	Korea	10,2	

(Sumber: Hindarto, 2008)

Energi yang dikonsumsi industri semen mencapai 2% dari total konsumsi energi primer dunia, atau setara dengan 5% dari total konsumsi energi dari sektor industri dunia (WEC dalam Asthana, 2006). Dengan konsumsi energi yang besar dalam proses produksinya, pabrik semen adalah jenis industri yang menyumbangkan emisi CO₂ cukup besar karena penggunaan bahan bakar dan listrik. Distribusi biaya bahan bakar pada industri semen pada umumnya adalah sebagai berikut; 14% untuk pengeringan bahan mentah, 83% untuk pembakaran tepung baku dan 3% untuk pengeringan batubara.

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar primer di industri semen mengakibatkan industri semen selalu diasosiasikan dengan tingginya pencemar NO_x, CO₂, dan SO₂. Rata-rata kebutuhan energi untuk menghasilkan 1 ton semen adalah 3,3 GJ yang memerlukan 120 kg batubara dengan nilai kalor rata-rata 27,5 MJ/kg (Feng dalam Asthana, 2006).

Emisi CO₂ dari produksi semen dihasilkan melalui dua proses. Pertama, CO₂ dihasilkan dari proses dekarbonasi batu kapur saat material bahan baku dibakar:



Proses di atas menghasilkan hampir 0,5 ton CO₂/ton semen. Sumber kedua berasal dari pembakaran sejumlah besar bahan bakar di atas temperatur 2000°C. Habibie *et al* (1999) menyatakan bahwa CO₂ yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar untuk mengoperasikan tanur mencapai 0,75 ton CO₂. Sumber lainnya berasal dari konsumsi listrik untuk manufaktur semen. Total emisi karbon dari produksi semen dunia mencapai 162 MT, atau mencapai 2,6% dari total karbon yang berasal dari oksidasi bahan bakar fosil (Habibie *et al*, 1999). Dengan potensi penggunaan bahan bakar alternatif (BBA) inilah industri semen diharapkan menjadi pionir dalam pemanfaatan energi terbarukan dan sekaligus berperan aktif dalam penurunan emisi karbon global.

Naiknya harga minyak dunia memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada harga batubara. Industri mulai melirik batubara sebagai pengganti bahan bakar minyak. Di industri semen, biaya konsumsi bahan bakar mencapai 30-40% dari total biaya produksi semen. Meningkatnya harga batubara menjadi faktor yang turut menjadi pertimbangan berkembangnya pengembangan BBA dalam industri semen selain isu mengenai lingkungan. Harga batubara hingga April 2007 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Harga Batubara April 2007

Nilai kalor (Kkal/kg)	Harga (US\$/ton)
5000	32,09
5800	42,87
6500	51,49

(Sumber: Djanuarto, 2007)

Meski cadangan energi batubara diperkirakan masih mencukupi hingga 147 tahun mendatang (ESDM, 2005), namun akibat perbedaan harga energi fosil di pasar internasional dengan dalam negeri mengakibatkan hampir 70% energi fosil diekspor. Pada akhir tahun 2007 harga batubara dunia dengan kandungan BA-59, BA-63, BA-67, dan BA-70 berkisar US\$ 50/ton - US\$ 72/ton (Bappenas, 2007). Kenaikan harga batubara tidak dapat dihindari sebagai dampak tingginya

permintaan minyak dunia yang berimbas pada kenaikan permintaan batubara. Indonesia dengan cadangan batubara cukup besar yakni produksi batubara nasional 200 juta ton/tahun, 140 juta ton diantaranya diekspor (Bappenas, 2007) sehingga ketergantungan industri terhadap batubara cukup rawan jika ketersediaan dalam negeri tidak memadai.

Penggunaan BBA yang berasal dari biomassa dan limbah industri merupakan terobosan penting dalam eksplorasi energi terbarukan dan minimasi limbah dari suatu kegiatan industri. Namun, hal ini memerlukan analisis lebih dalam mengenai; keberlanjutan pasokan sumberdaya BBA, kemudahan penanganan dan pengawasan pada saat operasional.

Saat ini dari tujuh perusahaan semen di Indonesia baru tiga perusahaan yang menggunakan BBA. PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk (PT. ITP) pertama kali mengajukan program penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dalam proyek *Clean Development Mechanism* (CDM) dengan menggunakan bahan tambahan pada bahan baku dan juga menggunakan BBA rendah karbon (Indocement, 2002). Sementara Holcim Indonesia mengajukan program reduksi emisi karbon dengan penggunaan BBA pada tahun 2006 (Holcim, 2006). Selain kedua perusahaan di atas, PT. Semen Gresik juga menggunakan BBA (PT. Semen Gresik, 2008).

PT. ITP sebagai salah satu *market leader* dalam industri semen merupakan pionir dalam penggunaan bahan bakar dan bahan baku alternatif (*Alternative Fuel and Raw Material*, AFR). Program penggunaan AFR ini merupakan komitmen perusahaan dalam rangka ikut berkontribusi dalam CDM. Bahan bakar alternatif yang digunakan adalah biomassa dan limbah industri (jenis Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun/LB3). Biomassa yang digunakan antara lain: serbuk gergaji, sekam dan cangkang kelapa sawit. Sedangkan BBA jenis LB3 berupa lumpur minyak (*oily sludge*), lumpur dari perusahaan cat (*paint sludge*), majun, *Waste Water Treatment (WWT) sludge*, dan lain-lain.

Pengembangan BBA sebagai bahan campuran bahan bakar di industri semen merupakan upaya yang dilakukan dalam rangka pengelolaan energi nasional.

Kebijakan pengelolaan energi nasional Indonesia mencakup konservasi energi, efisiensi energi dan diversifikasi energi. Industri sebagai salah satu konsumen energi terbesar setelah sektor ketenagalistrikan berpeluang melakukan diversifikasi energi setelah efisiensi energi yang diterapkan dalam kerangka Teknologi Bersih. Menurut survei *International Energy Agency Greenhouse R&D Programme* Inggris, industri semen menjadi salah satu penyumbang emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang menjadi penyumbang terbesar gas rumah kaca (GRK) dari sektor industri. Kontribusi industri semen ini sekitar 3%-5% dari emisi CO₂ di dunia.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, penulis berkesimpulan bahwa industri semen menggunakan energi yang cukup besar sebagai bahan bakar yang memberikan kontribusi pada emisi karbon. Emisi karbon ini dapat diturunkan dengan perolehan kembali energi (*energy recovery*) limbah sebagai BBA. Dari tujuh produsen semen Indonesia, baru tiga perusahaan yang menggunakan BBA, sehingga perumusan masalahnya:

Masih terbatasnya pemakaian biomassa dan limbah industri sebagai bahan campuran bahan bakar primer di industri semen.

Berdasarkan perumusan masalah di atas, diajukan enam buah pertanyaan penelitian:

1. Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi pemilihan BBA?
2. Kendala-kendala apa yang terjadi pada penggunaan BBA?
3. Bagaimana jaminan keamanan pasokan (*security of supply*) terhadap BBA?
4. Seberapa besar tingkat penghematan biaya yang akan dicapai dengan penggunaan campuran batubara dengan BBA dari segi konsumsi bahan bakar total?
5. Berapa besar efisiensi emisi karbon pada pemakaian campuran batubara dengan BBA bila dibandingkan dengan penggunaan batubara saja?
6. Bagaimana pengaruh penggunaan BBA terhadap biaya pengelolaan limbah pasca produksi (untuk BBA yang berasal dari lumpur minyak)?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Pengembangan energi terbarukan dengan pemanfaatan limbah sebagai BBA dalam rangka penurunan konsumsi batubara dan penurunan emisi karbon (CO₂).

1.3.2. Tujuan Khusus

Berdasarkan perumusan masalah dan secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan BBA.
2. Mengetahui kendala-kendala penggunaan BBA.
3. Mengetahui keberlanjutan penggunaan BBA.
4. Menghitung tingkat penghematan biaya yang dapat dicapai dengan pencampuran batubara dengan BBA.
5. Menganalisis pengaruh penggunaan BBA pada jumlah CO₂ yang diemisikan dari proses pembakaran.
6. Mengetahui pengaruh penggunaan BBA pada biaya pengelolaan limbah pasca produksi (untuk BBA yang berasal dari lumpur minyak).

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan informasi kepada kalangan industri tentang peluang diversifikasi energi dengan menggunakan BBA berupa biomassa dan limbah industri.
2. Sebagai informasi bahwa penggunaan BBA bernilai karbon rendah merupakan upaya penurunan emisi karbon.

1.5. Lingkup Penelitian

Penelitian ini melingkupi analisis penggunaan biomassa dan limbah industri dalam penurunan emisi CO₂, penurunan konsumsi batubara dengan memanfaatkan data yang telah ada selama periode 2007-2008 pada Plant 8 PT ITP serta pengaruh kegiatan pengembangan BBA ini pada pengelolaan limbah.

2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1. Kerangka Teoretik

Meningkatnya konsumsi semen hingga 6% di Indonesia akan meningkatkan konsumsi batubara. Perkembangan penggunaan BBA pada industri semen beberapa tahun terakhir adalah peluang penurunan GRK dengan prinsip alih teknologi melalui CDM. Biomassa ataupun limbah dari industri lain (melalui mekanisme pertukaran limbah) dapat digunakan sebagai bahan bakar jika memenuhi syarat-syarat BBA (Holcim, 2008). Tersedianya biomassa dan limbah industri yang cukup besar, potensial sebagai bahan bakar tambahan yang dapat digunakan untuk pembakaran selain menggunakan bahan bakar primernya.

Diversifikasi energi yang dilakukan beberapa industri semen bukanlah hal yang mudah karena instalasi industri biasanya bersifat spesifik, desain dan peralatan produksi disesuaikan dengan desain awal pabrik. Komitmen beberapa industri semen untuk melakukan diversifikasi energi adalah langkah awal untuk mengurangi konsumsi batubara dan sebagai bentuk partisipasi aktif upaya menurunkan emisi karbon.

2.1.1. Batubara

Industri semen Indonesia saat ini, menggunakan batubara sebagai bahan bakar primernya. Penggunaan batubara di industri semen dimulai sejak tahun 1980 (Duda, 1976), menggantikan gas alam dan bahan bakar minyak yang mulai melambung harganya. Kualitas batubara dipengaruhi berbagai faktor yaitu; nilai kalori (*caloric value*, CV), kandungan air, abu (*ash*) dan partikel yang mudah menguap (*volatile matter*). Batubara menurut Purnomo (2009) berdasarkan nilai kalorinya diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu batubara dengan nilai kalori tinggi ($CV > 6.200$ kkal/kg), batubara dengan kalori menengah ($CV = 5.800-6.000$ kkal/kg) dan batubara dengan nilai kalori yang rendah ($CV < 5.700$ kkal/kg).

Batubara mengandung bahan organik dan material. Bahan organik terdiri atas; karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N). Sulfur (S) dan abu adalah mineral. Material yang mudah menyala (*combustible material*), seperti C, H dan S

ketika pembakaran akan menghasilkan panas dengan oksigen yang diperoleh dari udara. Semakin besar komponen yang mudah menyala dalam bahan bakar, makin meningkat nilai kalornya.

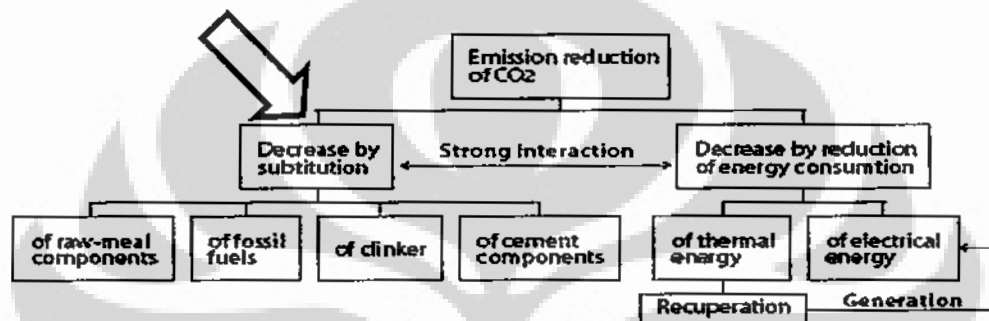
Kualitas batubara memiliki pengaruh kestabilan nyala dalam pembakaran (Kurniawan, 2008). Abu adalah konstituen yang tidak diinginkan pada bahan bakar. Selama proses pembakaran, abu diserap secara sempurna oleh klinker. Kandungan air dalam jumlah kecil diperlukan untuk menginisiasi pembakaran, karena pembakaran berawal dari serangkaian reaksi berantai. Karbon terlebih dulu bereaksi dengan radikal $-OH$ (gugus hidroksida) yang lebih aktif. Hal ini mengakibatkan dibutuhkan uap air dalam jumlah yang sedikit untuk menyalakan bahan bakar (Duda, 1976). Kemampuan batubara menghasilkan nyala yang stabil adalah faktor yang disukai dalam operasi, karena tidak stabilnya nyala mengakibatkan karbon tidak terbakar dan perubahan kecepatan pelepasan kalor.

Batubara terbentuk dari massa makhluk hidup yang tertimbun dalam kurun waktu yang cukup lama. Semakin lama waktu pembentukannya (dari sudut pandang geologi) maka komponen karbonnya semakin besar. Antrasit, bituminus dan lignit merupakan klasifikasi batubara dari sudut pandang geologi (UNEP, 2005). Penggunaan batubara sebagai bahan bakar proses akan menghasilkan CO_2 yang sebelumnya menjadi massa di dalam perut bumi dan CO jika terjadi pembakaran yang tidak sempurna.

Emisi CO_2 mengakibatkan meningkatnya temperatur lokal (Thayib, 2009) dan GRK. Jumlah karbon monoksida berlebih di lingkungan akan mengakibatkan terganggunya kualitas makhluk hidup. Gas CO akan masuk melalui saluran pernafasan dan masuk ke paru-paru dan berikatan dengan hemoglobin (Hb) dalam darah membentuk karboksi hemoglobin ($CO-Hb$). Terbentuknya $CO-Hb$ dalam darah akan mengakibatkan terhambatnya fungsi Hb untuk membawa oksigen ke paru-paru.

2.1.2. Bahan Bakar Alternatif

Penggunaan BBA merupakan upaya untuk mengurangi konsumsi batubara yang merupakan sumberdaya yang tak terbarukan disamping menurunkan emisi karbon yang dihasilkan oleh batubara. Seperti yang terlihat dalam Gambar 2, penurunan emisi CO₂ dapat dilakukan dengan substitusi bahan bakar. Bahan bakar primer yang berasal dari batubara dapat diturunkan konsumsinya dengan memanfaatkan BBA.



Downloaded from <http://www.scribd.com/doc/100000000/Alternative-Fuel-Substitution-in-Cement-Industry> by user on 04/02/2016 at 10:00 AM

Gambar 2. Alternatif Penurunan Emisi Karbon

(Sumber: WBCSD dalam Danish CDM Project Development Facility, 2005)

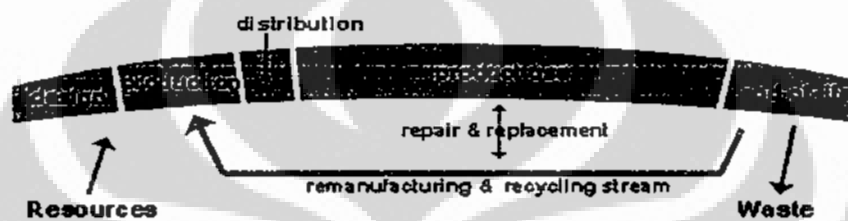
Perkembangan penggunaan AFR di luar negeri dimulai sejak 1970-an dan saat ini mengalami perkembangan yang cukup pesat hingga mencapai substitusi 30-40% (Tabel 3). Penggunaan BBA pada program AFR memanfaatkan biomassa, ban bekas, lumpur hidrokarbon (*hydrocarbon sludge*), limbah industri, deposit asam dan limbah plastik (Holcim, 2006). Penggunaan BBA adalah bagian dari hierarki pengolahan limbah yang terintegrasi dengan program pengelolaan limbah.

Tabel 3. Penggunaan AFR di Industri Semen

Lokasi	% Energi Panas yang digantikan oleh AFR	Tahun
Perancis	32	2003
Jerman	42	2004
Norwegia	45	2003
Switzerland	47	2002
USA	25	2003

(Sumber: Holcim (b), 2006)

Pengembangan penggunaan BBA menjadi hal yang cukup penting. Pertama, penggunaan BBA adalah jawaban atas besarnya volume limbah (limbah industri yang pengolahannya cukup mahal dan limbah pertanian). Kedua, penggunaan BBA termasuk langkah diversifikasi energi untuk menurunkan ketergantungan pada bahan bakar tradisional yaitu batubara. Ketiga, penggunaan limbah industri berbahan dasar fosil akan memperpanjang siklus penggunaan bahan (*life cycle*) yang pada akhirnya dapat mengurangi eksplorasi batubara sebagai bahan bakar utama, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Aliran Material
(Sumber: Anonimous, 2006)

2.1.2.1. Biomassa

BBA dari biomassa bersumber dari limbah pertanian, perkebunan dan industri pengolahan keduanya. Nilai kalor berbagai jenis limbah pertanian ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa biomassa yang berasal dari limbah pertanian menyimpan nilai kalori yang cukup besar yang potensial dimanfaatkan sebagai BBA. Semakin tinggi nilai kalori yang tersimpan dalam biomassa, maka akan semakin besar energi yang dapat menggantikan energi panas yang dihasilkan oleh batubara.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Kalori Berbagai Jenis Biomassa

Bahan Bakar	Jumlah (ton) untuk menghasilkan energi yang ekuivalen dengan 1 ton batubara	Nilai Kalori (1 KJ/g)
Batubara	1	23
Sekam	1,5	15,6
Jerami	1,6	14,2
Cangkang sawit	1,1	20,5
Kayu karet	1,2	19,2
Serbuk gergaji	1,3	18
Cangkang kelapa	1,1	20,3
Ampas tebu	1,2	18,5

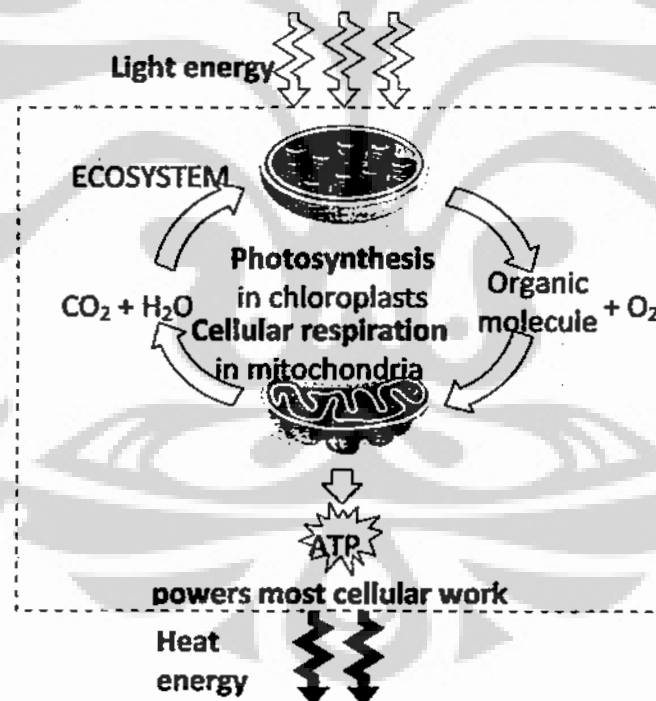
(Sumber: Indocement, 2004)

Jenis biomassa yang digunakan sebagai BBA di industri semen yang telah menerapkan program ini adalah; serbuk gergaji, sekam dan cangkang kelapa sawit. Potensi biomassa berdasarkan wilayah ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Potensi Biomassa di Indonesia

Biomassa	Daerah Penghasil	Ketersediaan per Wilayah Tiap Tahun (Metrik Ton)
Cangkang kelapa sawit	Sumatra, Kalimantan, Maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya	1.200.000
Sekam padi	Jawa, Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya, Maluku	12.000.000
Residu kayu (termasuk serbuk gergaji)	Jawa, Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya, Maluku	7.300.000

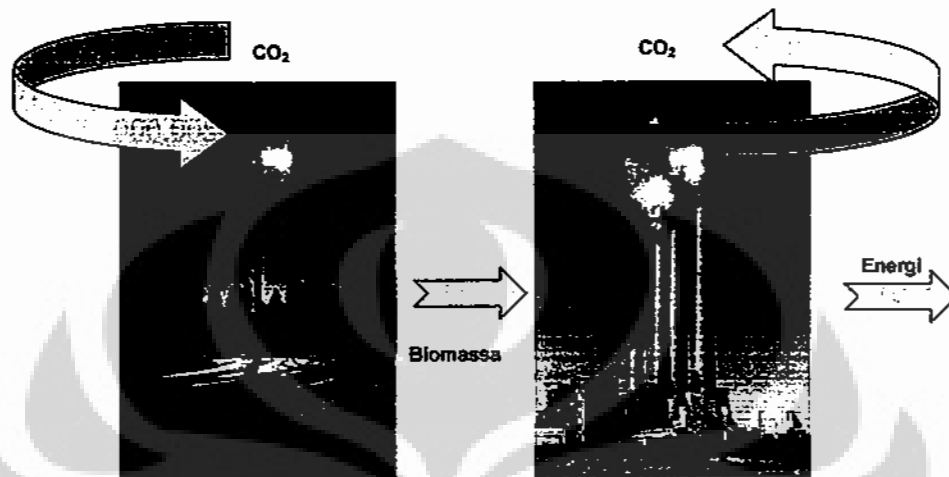
(Sumber: Indocement, 2004)



Gambar 4. Siklus Energi pada Tumbuhan
(Sumber: Anonimous, 2009)

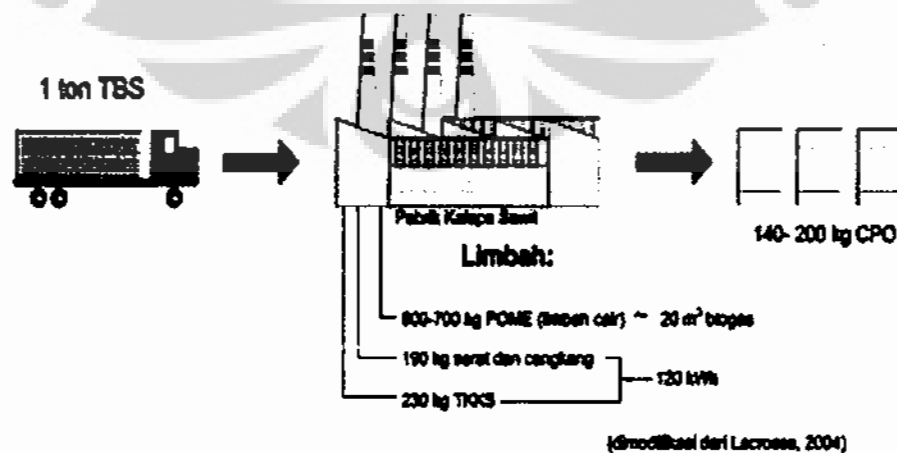
Biomassa mengkonsumsi CO₂ selama daur hidupnya melalui proses fotosintesis. Karbon dioksida dari lingkungan dan uap air akan bereaksi dengan bantuan sinar matahari menghasilkan senyawa organik (glukosa) dan oksigen. Gambar 4

menggambarkan penggunaan CO₂ pada saat fotosintesis dan terbentuknya CO₂ selama respirasi. CO₂ pada biomassa merupakan daur alami sehingga emisi CO₂ oleh penggunaan biomassa dalam pembakaran di tanur semen tidak diperhitungkan (*gross emission total*, Gambar 5).



Gambar 5. Transformasi CO₂ dalam Konversi Energi
(Sumber: Azar, 2009)

Potensi cangkang kelapa sawit bersumber dari perkebunan dan industri pengolahannya yang sebagian besar di luar Jawa (Tabel 5). Limbah pabrik *Crude Palm Oil* (CPO) antara lain tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat (mesokarp), dan cangkang kelapa sawit. Selama ini limbah sawit (pabrik dan kebun) dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler dan TKKS dimanfaatkan sebagai kompos untuk perkebunan (Goenadi, 2008). Pabrik Kelapa Sawit (PKS) nasional mencapai 205 buah dan 86% di antaranya berlokasi di luar Jawa (Goenadi, 2006).



Gambar 6. Proses Produksi CPO dan Potensi Limbah
(Sumber: Goenadi, 2008)

Proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit menjadi CPO secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 6. Satu ton TBS yang diolah dapat diperoleh CPO sebanyak 140–220 kg. Proses pengolahan ini akan menghasilkan limbah padat, limbah cair dan gas. Limbah cair yang dihasilkan sebanyak 600–700 kg *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Limbah padat yang dihasilkan adalah serat dan cangkang kelapa sawit sebanyak 190 kg (19% dari produksi TBS) dan 230 kg TKKS segar (kadar air 65%). Selain itu juga dihasilkan limbah emisi gas dari boiler dan insinerator.

Jumlah industri penggergajian yang tersebar di beberapa wilayah di Indonesia menghasilkan residu kayu seperti potongan kayu dan serbuk gergaji. Biomassa dari industri kayu berasal dari sektor: penggergajian, vinir/kayu lapis dan pulp/kertas. Ketiganya mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar. Selama ini serbuk gergaji yang memungkinkan untuk menjadi sumber pasokan BBA industri semen berasal dari industri penggergajian yang sering dibuang begitu saja atau bahkan dibakar (*open burning*). Potensi limbah yang terbentuk dari industri kayu gergajian mencapai 50,8% dari produksi kayu total (Setyawati, 2003).

Selain kedua jenis biomassa yang telah disebutkan di atas, sekam dikategorikan jenis biomassa yang potensi cukup tinggi dibandingkan dengan cangkang kelapa sawit dan serbuk gergaji. Indonesia sebagai negara agraris menjadi sumber kontinyu produksi sekam. BPS menyatakan bahwa produksi beras nasional pada tahun 2006 kurang lebih sebanyak 54,7 juta ton dari 11,9 juta hektar sawah. Isroi (2008) menyebutkan bahwa rasio jerami/panen adalah 1,4 (berdasarkan pada berat kering massa). Artinya setiap produksi 1 ton akan menghasilkan jerami 1,4 ton. Misal produksi rata-rata beras di Jawa Barat adalah 6 ton maka jeraminya kurang lebih sebanyak 8,4 ton (berat kering). Potensi ketersediaan sekam yang digunakan pada bab selanjutnya adalah, 20% dari total produksi (Indocement, 2004). Kandungan silika pada sekam mencapai 17% (Deptan, 2008) dapat digunakan sebagai penyumbang unsur silika yang merupakan penyusun tanah liat ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) sebagai bahan baku dalam pembuatan semen.

2.1.2.2. Limbah Industri

Potensi limbah yang berasal dari jenis industri tertentu seperti: *pulp* dan kertas, ketenagalistrikan, kilang minyak, dll juga mulai dijadi sebagai BBA. Limbah B3 misalnya seperti lumpur minyak, yang semula dianggap menyedot biaya yang cukup tinggi untuk pengolahan pada perusahaan pengolahan LB3 (PPLI dan sebagainya), saat ini mulai dimanfaatkan oleh Holcim dan Indocement sebagai BBA.

Proses penyulingan minyak mentah (*crude oil*) dalam industri perminyakan menghasilkan limbah padat seperti lumpur minyak. Pada industri perminyakan, minyak hasil penyulingan dari minyak mentah biasanya disimpan dalam tangki penyimpanan. Proses oksidasi yang terjadi akibat kontak antara minyak, udara dan air menimbulkan sedimentasi pada dasar tangki penyimpanan dan inilah yang disebut lumpur minyak. Sugiarto (2004) menyatakan, lumpur minyak terdiri atas minyak (*hydrocarbon*), air, abu, karat tangki, pasir dan bahan kimia lainnya. Kandungan hidrokarbon antara lain benzen, toluen, etilbenzen, *xylene* dan logam berat seperti timbal (Pb) yang dikategorikan LB3. Komposisi penyusun lumpur minyak secara garis besar terdiri atas minyak mentah (10-60%), air (30-90%) dan partikel padat lainnya (5-40%) dalam proporsi yang berbeda-beda sesuai asalnya. Selain berasal dari industri perminyakan, lumpur minyak juga dihasilkan dari kapal (*marine tanker*) dan utilitas industri. Adanya minyak pada lumpur minyak inilah yang dapat dimanfaatkan kalorinya sebagai energi pada proses pembakaran pada tanur semen.

Lumpur minyak sebelumnya, dibiarkan menumpuk, dianggap sebagai limbah yang harus dimusnahkan. Pengolahan lumpur minyak dan LB3 lainnya membutuhkan biaya yang tinggi. Terlihat pada Gambar 7, bahwa lumpur minyak yang tidak terkelola dengan baik. Meningkatnya volume lumpur minyak yang tidak terkelola akan mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan dan manusia. Penumpukan pada kolam-kolam penampung tanpa pengolahan berpotensi mengemisikan sejumlah impuritas yang terkandung di dalamnya, selain mencemari air tanah. Pemanfaatan lumpur minyak sebagai BBA pada tanur semen

dapat meminimalkan volume LB3 yang tidak terkelola lantaran tingginya biaya pengolahan pada instansi pengolah limbah yang telah ada.

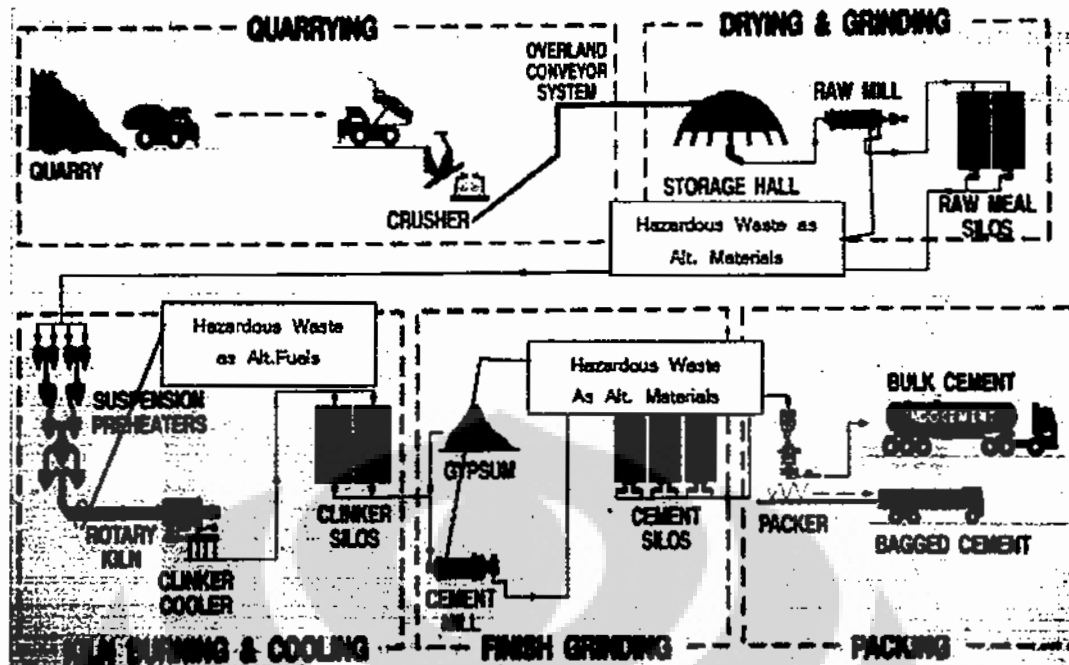


Gambar 7. Kolam Penampungan Lumpur Minyak
(Sumber: KLH, 2006)

Pemanfaatan BBA yang tergolong LB3 memerlukan analisis mendalam karena karakteristik limbah yang memerlukan penanganan secara khusus serta pengaruh penggunaannya pada kualitas semen. Kandungan logam berat, serta unsur-unsur seperti golongan halogen yang ada di dalam limbah harus dapat dikelola dengan benar agar penggunaan BBA ini tidak menghasilkan limbah baru (*perpetuate the waste production*). Dari sisi pengangkutan limbah, pengangkutan dari industri penghasil ke lokasi pengolahan melibatkan alur yang cukup panjang yang memungkinkan terjadinya ceceran/kebocoran (*leakage*). Penanganan di lapangan sebelum pengumpanan mengharuskan pekerja menggunakan alat keselamatan untuk menghindari terjadinya bahaya kerja yang diakibatkan pemanfaatan LB3. Hal lain yang cukup penting adalah pemantauan emisi dari; tempat penyimpanan LB3, tempat pencampuran LB3 dengan jenis BBA lainnya, serta emisi pembakaran LB3 apakah menghasilkan pencemar berbahaya atau tidak.

2.1.3. Proses Pembuatan Semen

Untuk menghasilkan produk semen, ada beberapa tahapan proses yang harus dilalui, yaitu: penambangan, pengeringan dan penggilingan, pembakaran di tanur & pendinginan, penggilingan akhir, dan pengemasan.



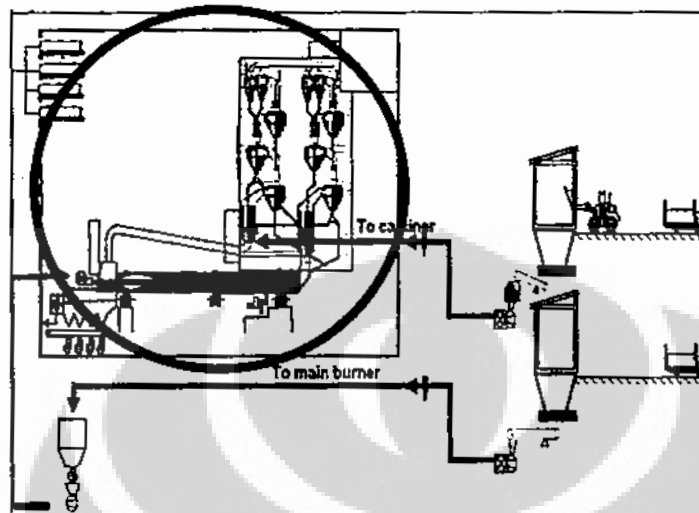
Gambar 8. Tahapan Proses Pembuatan Semen
(Sumber: Indocement (a), 2006)

Tahapan pembuatan semen dapat dilihat dari Gambar 8. Penggunaan BBA diaplikasikan pada *kiln unit* (unit *kiln*) yang terdiri dari pemanas awal (*suspension preheater*), tanur dan pendingin (*cooler*). Proses pembuatan semen meliputi tahapan berikut:

Proses pertama adalah penyiapan bahan. Bahan baku utama adalah batu kapur dan tanah liat, pasir besi, pasir silika, gipsum dan trass. Batu kapur dan tanah liat biasanya digali di tambang-tambang milik perusahaan. Batu kapur tersebut kemudian dihancurkan dalam mesin penghancur batu kapur sehingga berukuran maksimum 2,5 inci. Setelah dihancurkan batu kapur tersebut disimpan dalam gudang penimbunan batu kapur.

Proses kedua adalah penggilingan bahan. Sekitar 80% batu kapur ditambah 15% tanah liat ditambah 4% pasir silika serta 1% pasir besi ditimbang sesuai proporsinya kemudian dimasukan ke penggilingan bahan mentah (*Roller mill* atau *Horizontal mill*) untuk digiling sampai halus dan sekaligus dikeringkan. Selanjutnya bahan yang telah berbentuk halus disimpan dalam silo pencampur (*Homegenizing Silos*). Pada silo tersebut terjadi pencampuran sehingga terbentuk

campuran yang homogen. Campuran yang telah homogen tersebut diumpankan ke dalam silo pengumpanan untuk selanjutnya diumpankan ke pemanas awal.



Gambar 9. Proses Pembakaran pada Unit *Kiln* Semen
(Sumber: Indocement, 2004)

Proses ketiga adalah pembakaran (Gambar 9). Dari silo-silo pengumpanan, bahan diumpankan ke dalam *preheater* selanjutnya bahan tersebut mengalir dari pemanasan awal masuk ke tanur putar (*rotary kiln*). Pada tanur putar bahan dibakar hingga suhu mencapai 1.350°C – 1.450°C . Pada langkah inilah digunakan bahan bakar campuran (batubara dan BBA). Bahan yang telah terbentuk kemudian didinginkan secara mendadak sehingga terbentuk klinker. Klinker tersebut disimpan di tempat penyimpanan.

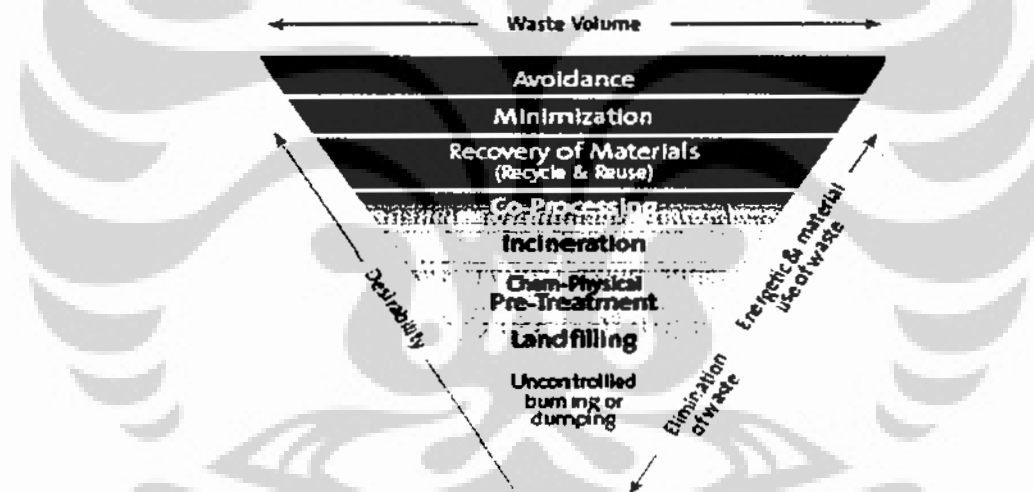
Proses keempat adalah penggilingan akhir. Sekitar 96% klinker ditambah 4% gipsum kemudian digiling bersama-sama di mesin penggilingan akhir (*Tube Mill*) dan akan menghasilkan *Portland Cement* jenis I. Untuk menghasilkan *Portland Pozzolan Cement* (PPC) diperlukan sekitar 76% klinker serta 20% bahan trass dan 4% gipsum yang digiling bersama-sama dalam mesin penggilingan akhir.

Proses kelima adalah pengantungan dan pengangkutan. Semen dimasukkan ke dalam kantong menggunakan mesin pengantungan. Kantong ini terbuat dari kertas kraft atau *polypropylene woven*. Kantong yang telah terisi semen kemudian

diangkut dengan truk, kereta api, dan kapal laut untuk diekspor atau disalurkan kepada konsumen dalam negeri melalui distributor, subdistributor, pengecer dan sebagainya. Pengiriman semen juga dilakukan dalam bentuk curah dengan menggunakan truk tangki semen dan kapal laut.

2.1.4. Co-processing

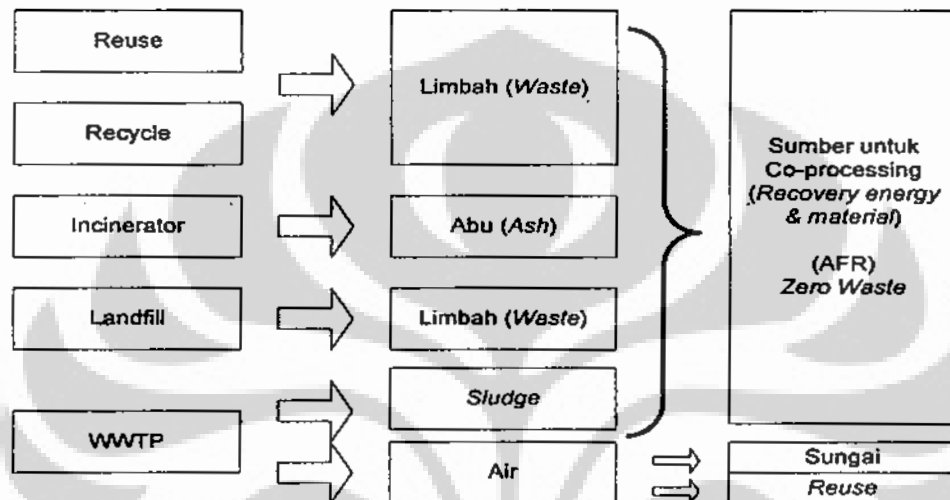
Proses pemanfaatan limbah sebagai BBA di industri semen dilakukan dengan teknologi *co-processing*. *Co-processing* adalah teknologi pemanfaatan limbah dalam proses industri semen dengan pemanfaatan kembali (*recovery*) energi dan material yang terdapat di dalam limbah tersebut. *Co-processing* memanfaatkan kemampuan pembakaran kiln yang mencapai suhu 1450°C, sehingga material yang masuk di dalam tanur akan terdestruksi secara sempurna.



Gambar 10. Hierarki Manajemen Pengelolaan Limbah
(Sumber: Indocement, 2008)

Prinsip hierarki pengelolaan limbah yang terlihat pada Gambar 10 memberikan urutan tahapan pengelolaan limbah mulai dari yang lebih diprioritaskan hingga yang tidak prioritas. Hierarki penanganan limbah awal adalah menghindari terbentuknya limbah, dilanjutkan dengan minimisasi jika tetap dihasilkan limbah. Prinsip selanjutnya adalah penggunaan kembali limbah ke dalam proses produksi (*recycle* dan *reuse*). Berbagai peraturan lingkungan internasional dan nasional seperti Konvensi Basel, Stockholm, Undang-undang Nomor 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18/1999 jo

PP 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dan Permen LH Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun menjunjung prinsip di atas. *Co-processing* dilakukan sebagai pilihan keempat setelah tiga teknik pengelolaan limbah telah dilakukan namun masih menghasilkan limbah. Limbah yang masih mengandung nilai kalori, dimanfaatkan kalorinya sebagai panas pembakaran.



Gambar 11. Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Sumber: Indocement (a), 2008)

Co-processing seperti tampak pada Gambar 11, dapat menggunakan residu/limbah yang dihasilkan dari teknik pengelolaan limbah seperti pemanfaatan kembali (*reuse, recycle*), insinerasi, penimbunan di tempat terbuka (*landfill*) dan lumpur dari *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). *Co-processing* dapat berfungsi sebagai teknik pemanfaatan energi (*energy recovery*) yang berasal dari limbah dan dapat pula berfungsi untuk destruksi limbah. Destruksi limbah dengan *co-processing* pada tanur dapat dilakukan jika tidak ada teknologi lain yang lebih baik. Pada saat ini, pemanfaatan BBA di industri semen ditujukan untuk melakukan pemanfaatan kembali nilai kalor yang tersimpan dalam limbah untuk mengurangi konsumsi batubara. Keunggulan *co-processing* dalam pengelolaan limbah antara lain:

1. Mengelola limbah secara tuntas. Proses pembakaran pada tanur semen berlangsung pada suhu yang tinggi dengan waktu tinggal yang lama serta tidak meninggalkan residu (Tabel 6).

Tabel 6. Keuntungan dan Kerugian Beberapa Teknologi Pengolahan Limbah

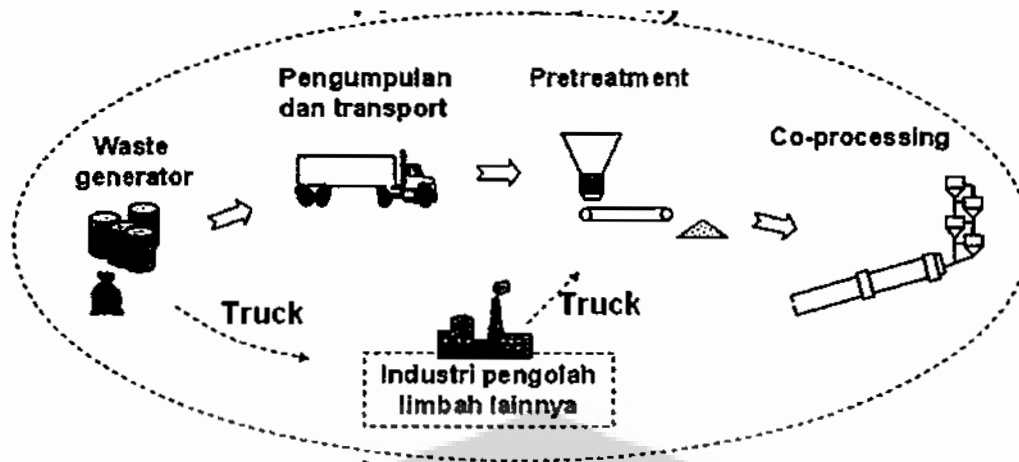
Fokus Utama	<i>Co-processing</i>	Bioremediasi	Insinerasi	<i>Landfill</i>
Ijin	Ya	Ya	Ya	Ya
Emisi gas berbahaya	Tidak	Ya	Ya	Ya
Pemanfaatan kembali mineral dan energi	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
Biaya	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Kewajiban penghasil terhadap limbah	Cepat	≈ 2 tahun	Berlanjut	Berlanjut
Residu	Tidak	Ya	Ya	Ya
<i>Leachate</i> (Lindi)	Tidak	Ya	Ya	Ya

(Sumber: Indocement, 2008)

- Mengurangi biaya pengelolaan limbah. Teknologi *co-processing* merupakan pemanfaatan limbah yang masih mengandung energi sebagai bahan bakar tanur, sehingga orientasinya bukan pada keuntungan secara materi. Limbah B3 misalnya biaya pengelolaannya lebih rendah dibandingkan dengan teknologi lainya semisal insinerasi dan bioremediasi.
- Mempercepat alur kewajiban penghasil LB3 dalam proses destruksi, karena pemanfaatan LB3 dalam tanur semen akan mendestruksi limbah secara sempurna. Teknologi ini tidak menghasilkan residu (*zero waste*), sehingga kewajiban penghasil limbah selesai setelah limbah masuk unit pembakaran (Tabel 6).

Pengolahan limbah dengan *co-processing* selain lebih ramah lingkungan dengan tidak dihasilkannya residu, juga mengurangi terbentuknya emisi karbon dari proses insinerasi. Biaya pengolahan LB3 yang harus dikeluarkan penghasil limbah pun lebih rendah dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan jika LB3 diolah dengan jasa instansi pengolah LB3 yang telah ada sebelumnya. Hal ini disebabkan karena industri semen bukan sebagai pemanfaat utama LB3 dalam kegiatan ekonominya.

Alur LB3 dari penghasil hingga ke industri semen terlihat dari Gambar 12. Limbah B3 dari penghasil diangkut oleh transporter dan dilanjutkan dengan proses penanganan awal untuk *co-processing*. Selain cara pertama, LB3 dapat diperoleh dari industri pengolah LB3.



Gambar 12. Alur Transfer Limbah B3
(Sumber: *Center for Research on Energy Policy- ITB, 2008*)

2.1.5. Energi Berkelanjutan

Energi sangat penting peranannya dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai bahan bakar untuk proses industrialisasi, sebagai bahan baku untuk proses produksi, dan sebagai komoditas ekspor. Sumber energi yang digunakan untuk keperluan domestik meliputi energi fosil (minyak bumi, gas bumi, dan batubara) serta energi terbarukan (tenaga air dan biomassa).

Tabel 7. Status Energi Indonesia

Energi Fosil	Sumber Daya	Rasio Cadangan/Produksi (tanpa eksplorasi) Tahun
Minyak	86,9 miliar barel	18
Gas	384,7 TSCF	61
Batubara	57 miliar ton	147
Energi Non Fosil	Sumber Daya	Kapasitas Terpasang
Tenaga Air	75,67 GW	4.200 MW
Panas Bumi	27,08 GW	800 MW
Mini/Micro Hydro	458,75 MW	84 MW
Biomassa	49,81 GW	302,4 MW
Tenaga Surya	4,8 kWh/m ² /hari	8 MW
Tenaga Angin	9,29 GW	0,5 MW
Nuklir	3 GW	-

(Sumber: Departemen ESDM, 2005)

Cadangan energi fosil akan terus berkurang seiring dengan penggunaannya. Tabel 7 menunjukkan cadangan batubara pada tahun 2004 diperkirakan masih mampu

menyuplai kebutuhan hingga 147 tahun mendatang sedangkan gas bumi dan minyak bumi masing-masing masih tersedia untuk jangka waktu sekitar 61 tahun dan 18 tahun dengan tingkat produksi seperti saat ini dan bila tidak ditemukan cadangan baru. Ketergantungan pada bahan bakar fosil mengakibatkan potensi energi terbarukan kurang dieksplorasi pemanfaatannya. Cetak biru kebijakan energi Indonesia pada Tabel 7 menggambarkan betapa banyak energi nonfosil yang belum dioptimalkan penggunaannya, termasuk di dalamnya adalah biomassa.

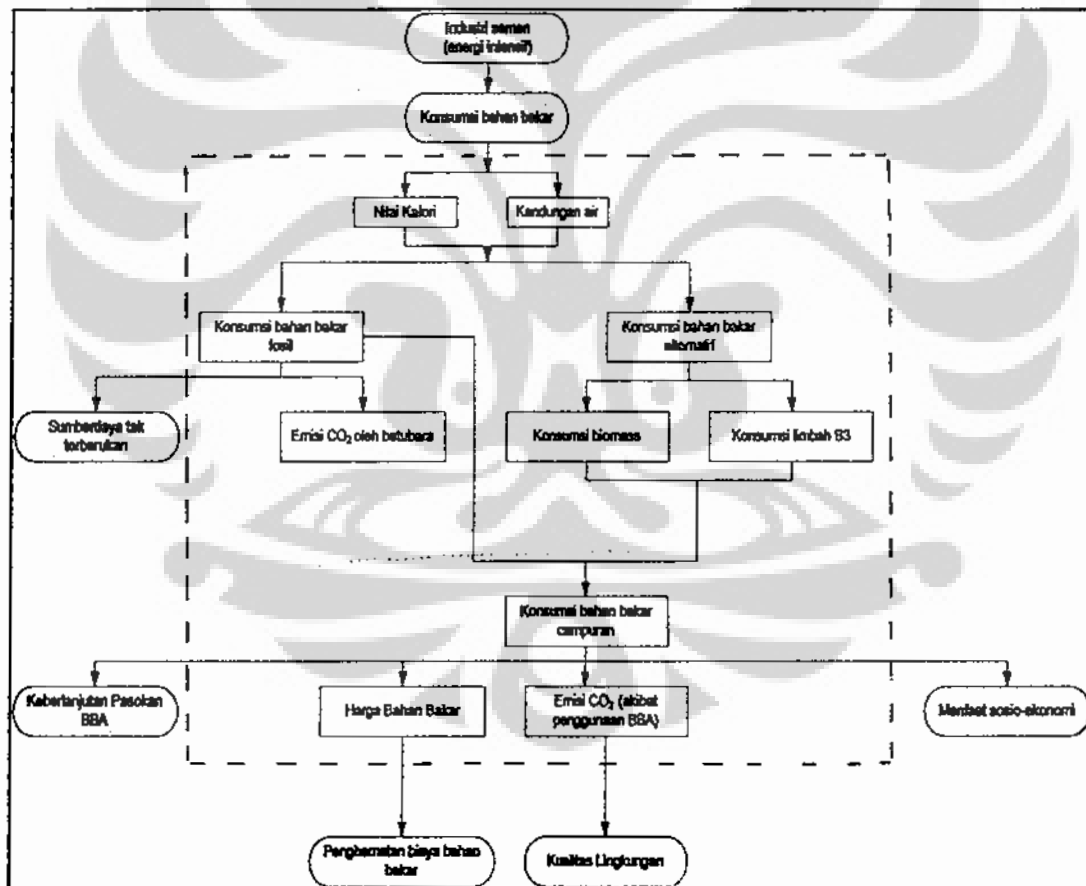
Berkembangnya industri dan populasi manusia semakin mengancam ketersediaan energi dari bahan bakar fosil. Ketergantungan terhadap jenis-jenis energi tak terbarukan merupakan masalah serius yang harus segera ditanggulangi dengan pengoptimalan pemanfaatan energi terbarukan. Seiring dengan berkembangnya konsep pembangunan berkelanjutan dikenal pulalah definisi energi berkelanjutan, yaitu pemanfaatan energi di masa sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan energinya. Energi berkelanjutan terdiri dari dua komponen utama:

1. Peningkatan efisiensi energi berupa pengurangan kebutuhan energi dengan perbaikan efektivitas penggunaan.
2. Peningkatan penggunaan energi terbarukan.

Kemampuan berlanjut (*sustainability*) dalam pemenuhan energi meliputi aktivitas penghematan energi, pengurangan bahaya pencemaran dan kesehatan akibat pemanfaatan energi. Penghematan energi di industri pada beberapa tahun terakhir dilakukan dengan efisiensi energi, sementara pengurangan pencemaran dilakukan dengan mengurangi konsumsi energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Pengembangan energi terbarukan sebagai pengganti energi konvensional (migas dan batubara) selain berorientasi pada penurunan pencemar juga dilakukan untuk menjaga kualitas lingkungan. Selain itu, pemanfaatan limbah industri yang masih berbahan dasar fosil akan memperpanjang siklus materi dan pada akhirnya akan mengurangi konsumsi bahan bakar primer.

2.2. Kerangka Berpikir

Industri semen tergolong industri yang mengkonsumsi energi yang cukup besar termasuk di dalamnya konsumsi batubara sebagai bahan bakar tanur. Emisi CO₂ yang berasal dari konsumsi batubara sebagai energi pembakaran mengakibatkan ancaman ekologis jika tidak segera ditanggulangi dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan (biomassa) dan pengoptimalan nilai kalori limbah industri. Penggunaan batubara akan menurunkan kualitas lingkungan karena kontribusi emisi CO₂. Sementara pengembangan limbah sebagai BBA selain akan mengurangi volume limbah, penurunan biaya pengolahan limbah juga memberikan penurunan emisi karbon. Secara skematik kerangka konsep penelitian dapat dijelaskan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Kerangka Konsep Penelitian

2.3. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah:

1. Penggunaan biomassa sebagai BBA di perusahaan semen berkontribusi pada penurunan emisi CO₂.
2. Penggunaan limbah industri (kategori LB3) sebagai BBA memberikan energi yang cukup besar pada bahan bakar tanur semen.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian kuantitatif yang pemilihan lokasinya dilakukan secara purposif. Jenis penelitian ini tergolong deskriptif yang bertujuan mengungkapkan penggunaan BBA pada industri semen. Sifat penelitian ini adalah *ex post facto* untuk mengamati akibat penggunaan BBA pada perusahaan semen yang telah menggunakannya.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di *Plant 8 (P8)* PT Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk yang berlokasi di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor. Waktu penelitian lapangan adalah bulan Januari 2009.

3.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Penarikan/pemilihan responden dalam penelitian ini dilakukan dengan metode purposif. Responden adalah perwakilan tiap-tiap populasi/*stakeholder* yang terkait dengan program penggunaan BBA di PT ITP Citeureup yaitu Manajemen PT ITP, Tbk Citeureup, pemerintah setempat, kontraktor dan masyarakat lokal. Pemilihan responden dilakukan dengan kriteria yang berbeda antara satu dengan lainnya. Kriteria masing-masing kelompok responden dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Responden

Responden	Kriteria	Jumlah
Pemerintah	<ol style="list-style-type: none">1. Memahami program penggunaan BBA di industri semen.2. Memegang peran strategis dalam struktur dalam struktur organisasi pemerintahan sekurang-kurangnya adalah kepala bidang.3. Pendidikan minimal sarjana yang sesuai dengan fungsi dan tugasnya di pemerintahan.	3
Manajemen ITP	<ol style="list-style-type: none">1. Memahami <i>co-processing</i>2. Mengisi posisi strategis sekurang-kurangnya kepala departemen di struktur organisasi perusahaan.3. Memiliki pengalaman yang cukup terkait dengan <i>AFR Project</i>.4. Memiliki pengetahuan mendalam mengenai proses	8

... lanjutan Tabel 8

Manajemen ITP	produksi dan masalah lingkungan. 5. Berpendidikan minimal sarjana. 6. Berkarir di perusahaan minimal 5 tahun.	
Masyarakat	1. Mengetahui penggunaan BBA di perusahaan semen. 2. Terlibat langsung maupun tidak langsung dengan pemanfaatan BBA. 3. Pendidikan sekurang-kurangnya Sekolah Menengah Atas (SMA). 4. Merupakan masyarakat yang tinggal di Citeureup sekurang-kurangnya 5 tahun.	4
Kontraktor	Terlibat langsung dalam proyek pemanfaatan BBA PT. ITP Citeureup.	2

Populasi penelitian untuk analisis penurunan CO₂ yang ditetapkan sebagai sumber data adalah:

- a. Konsumsi bahan bakar tradisional (batubara) pada tahun 2007, sebelum digunakanya BBA.
- b. Konsumsi bahan bakar campuran (batubara+ BBA) setelah *comissioning* P8.

Secara umum, variabel penelitian serta metode yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian, diuraikan dalam Tabel 9:

Tabel 9. Matrik Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Unit	Sifat Data
Nilai Kalori	Nilai kalor bahan bakar yang digunakan di P8 yaitu serbuk gergaji, sekam, cangkang kelapa sawit dan LB3	Kkal/kg	Primer
Kandungan Air	Kandungan air pada masing-masing jenis bahan bakar (serbuk gergaji, sekam, cangkang kelapa sawit dan lumpur minyak)	%	Primer
Konsumsi bahan bakar tradisional	Jumlah penggunaan batubara perbulan pada P8	Ton/bulan	Primer
Konsumsi BBA	Jumlah penggunaan BBA unit tanur P8 seperti: serbuk gergaji, sekam, cangkang kelapa sawit dan lumpur minyak)	Ton/bulan	Primer
Harga bahan bakar	Harga beli bahan bakar yang digunakan di P8 meliputi: serbuk gergaji, sekam, cangkang kelapa sawit dan lumpur minyak)	Rupiah/ Ton	Primer

... lanjutan Tabel 9

Emisi CO ₂	CO ₂ yang diemisikan oleh penggunaan: a. batubara (sebelum digunakan BBA) b. campuran (BBA + batubara)	Ton/bulan	Primer
-----------------------	---	-----------	--------

Tabel 10. Matriks Metode untuk Menjawab Tujuan Penelitian

No	Tujuan Penelitian	Metode Pengumpulan Data	Metode Analisis Data
1	Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan BBA	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis deskriptif
2	Mengetahui kendala-kendala penggunaan BBA	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis deskriptif
3	Mengetahui keberlanjutan BBA	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis dengan pendekatan teori dari <i>Asia Pasific Energy Research Centre (APEREC)</i>
4	Menghitung tingkat penghematan biaya yang dapat dicapai dengan pencampuran bahan bakar primer dengan BBA	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis dengan perhitungan
5	Menganalisis efektifitas penggunaan BBA terhadap konsentrasi karbon	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis dengan menggunakan <i>Calculation Tool for Direct Emission from Stationary Combustion, Version 3.1</i>
6	Mengetahui pengaruh penggunaan BBA terhadap biaya pengelolaan limbah pasca produksi (untuk BBA yang berasal dari limbah lumpur minyak).	Studi kepustakaan, wawancara	Analisis deskriptif dan perhitungan

3.4. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder yang berasal dari lingkungan internal dan eksternal perusahaan.

3.4.1. Data Primer

Data primer diperoleh peneliti dari sumber pertama, dari individu hasil wawancara. Dalam penelitian ini, jenis data primer seperti rekaman data mengenai variabel penelitian diperoleh langsung melalui wawancara langsung dengan departemen yang terkait seperti Departemen Produksi P7/8, *Alternative Fuel and Raw Material Division (AFRD)*, *Hazard Monitoring Section (HMS)*, Departemen Suplai dan *Quality Assurance and Research Department (QARD)*.

Penentuan responden dilakukan secara purposif. Penentuan responden yang dilakukan secara sengaja menurut David (2004), tidak ada jumlah minimal sepanjang responden yang dipilih memiliki pengetahuan dan kemampuan bidang yang diteliti.

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai literatur baik perpustakaan maupun situs internet yang ada kaitanya dengan masalah yang diteliti. Data penunjang dikumpulkan melalui dokumen yang dimiliki oleh PT ITP, Pemerintah Kecamatan Citeureup, Departemen Kehutanan, Departemen Pertanian dan Badan Pusat Statistik.

3.5. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini:

- a. Studi Kepustakaan, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca, mengutip baik secara langsung maupun tidak langsung dari buku dan literatur yang bersifat ilmiah dan berhubungan dengan topik yang diteliti.
- b. Penelitian Lapangan, yaitu dengan melakukan penelitian langsung pada P8 PT Indocement Citeureup, unit pengolahan BBA dan Pemerintah Kecamatan Citeureup.
- c. Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data melalui sejumlah pertanyaan yang mengacu pada panduan wawancara terkait topik yang diteliti. Tujuan pokok pembuatan daftar pertanyaan adalah untuk memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan sehingga penggunaan BBA pada tahun 2007-2008 dapat dianalisis secara mendalam. Pertanyaan mengacu pada

kondisi penggunaan BBA pada tahun 2007-2008 sehingga variabel penelitian yang diperlukan untuk menganalisis dapat diketahui.

3.6. Metode Analisis Data

Metode analisis data terdiri atas analisis deskriptif dan analisis matematis. Analisis pasokan energi dilakukan dengan menggunakan pendekatan yang diperoleh dari *Asia Pasific Energy Research Centre (APERC)*. Peneliti menggunakan formula yang berasal dari *The Cement CO₂ Protocol: CO₂ Emission Monitoring and Reporting Protocol for Cement Industry, Version 3.1* Desember 2007 (Lampiran A) untuk menghitung jumlah CO₂ yang dihasilkan dari industri semen. Analisis perhitungan CO₂ digunakan untuk menjelaskan CO₂ yang dihasilkan dari beberapa jenis BBA yang digunakan dan menjadi panduan pembahasan mengenai penurunan emisi karbon.

3.6.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan menggambarkan kondisi riil yang dihadapi industri semen yang sudah menerapkan pemanfaatan BBA. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan bagaimana pemanfaatan bahan bakar ini menjadi program diversifikasi energi yang cukup potensial karena memiliki beberapa keunggulan dan bagaimana kendala-kendala yang terjadi di lapangan mengingat *co-processing* sebagai teknologi baru di Indonesia.

Analisis deskriptif juga digunakan untuk memperkirakan berlanjutyaa pasokan energi yang menjadi faktor penting dalam sistem penyediaan energi yang berkelanjutan. Dengan menggunakan pendekatan yang diperoleh dari APERC diharapkan berlanjutnya pasokan energi dapat digambarkan cukup jelas dari sisi jumlah (*availability*), akses terhadap layanan energi (*accessibility*), daya beli industri untuk memperoleh energi (*affordability*) dan penerimaan masyarakat terhadap energi (*acceptability*) yang akan memberikan gambaran pemanfaatan energi yang ramah lingkungan dan mempertimbangkan kepentingan generasi mendatang.

3.6.2. Analisis Matematis

Analisis penurunan CO₂ dilakukan dengan menggunakan *Calculation Tool for Direct Emission from Stationary Combustion, Version 3.1* sebagai formulasi resmi yang dipublikasikan oleh *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*.

3.6.2.1. Tahap Input

a. Identifikasi Jenis Bahan Bakar Alternatif

Tahapan identifikasi jenis BBA yang digunakan unit tanur P8, yaitu dengan memperoleh data konsumsi bahan bakar setelah *upgrade design* tanur. Jenis data yang diperoleh pada tahap awal ini adalah konsumsi bahan bakar per bulan dan nilai kalori.

b. Perhitungan Emisi CO₂

Emisi CO₂ dihitung berdasarkan perhitungan yang telah disebutkan di atas. Perhitungan dibedakan antara bahan bakar fosil dan biomassa. Bahan bakar fosil dibedakan antara *High Diesel Oil (HDO)* sebagai bahan bakar untuk *start up process*, batubara, dan BBA derivat dari bahan fosil (*hazardous waste as fuel, HWF/ LB3*).

3.6.2.2. Tahap Analisis

Analisis dilakukan berdasarkan CO₂ hasil perhitungan, dan tingkat penurunan penggunaan bahan bakar tradisional setelah introduksi BBA. Analisis secara deskriptif akan menjelaskan mengenai pengaruh pemanfaatan limbah berupa biomassa dan LB3 dalam upaya penurunan emisi CO₂ menggunakan teknologi *co-processing*.

Analisis perhitungan lainnya, dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Jumlah CO₂ yang diemisikan tanur

Karbon dioksida yang diemisikan sebelum penggunaan BBA dapat dihitung dengan menggunakan rumusan:

$$\text{Jumlah CO}_2 \text{ total} = \Sigma \text{CO}_2 \text{ batubara} + \Sigma \text{CO}_2 \text{ HDO} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Karbon dioksida yang diemisikan setelah penggunaan BBA dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah CO}_2 \text{ total} = \Sigma \text{CO}_2 \text{ batubara} + \Sigma \text{CO}_2 \text{ HDO} + \Sigma \text{CO}_2 \text{ BBA LB3} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$b. \% \text{CO}_2(x) = \frac{\Sigma \text{emisi CO}_2(x)}{\Sigma \text{CO}_2 \text{ total}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

x = menunjukkan jenis bahan bakar yang digunakan

CO₂ = dinyatakan dalam satuan metrik ton (MT)

CO₂ total = jumlah CO₂ yang diemisikan oleh bahan bakar fosil dan BBA

$$c. \text{Biaya konsumsi batubara} = \text{harga batubara} \times \text{kebutuhan batubara} \times \Sigma \text{waktu produksi} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Digunakan basis waktu prooduksi = 1 jam

d. Penghematan biaya bahan bakar dihitung dengan pendekatan teoritis memperhitungkan kebutuhan panas dan kapasitas unit *kiln* berdasar spesifikasi alat. Setelah diketahui rata-rata tingkat substitusi bahan bakar fosil oleh BBA, dilakukan dengan menggunakan rumus (5) sampai dengan (10);

Misal tingkat substitusi BBA pada konsumsi total batubara = x ton

$$\text{Biaya penggunaan batubara} = \text{harga batubara} \times \Sigma \text{batubara/jam} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Biaya Penggunaan BBA}_{(x)} = \text{harga BBA}_{(x)} \times \Sigma \text{BBA/jam} \quad \dots\dots\dots (6)$$

x = menunjukkan jenis BBA yang digunakan

$$\% \text{ Penghematan Biaya} = \frac{\text{Biaya oleh batubara} - \text{Biaya BBA}}{\text{Biaya oleh batubara}} \times 100\% \quad \dots\dots (7)$$

$$e. \text{Efisiensi emisi CO}_2 = \frac{\text{emisi CO}_2(i) - \text{emisi CO}_2(ii)}{\text{emisi CO}_2(i)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

i menunjukkan CO₂ hasil pembakaran menggunakan batubara, sedangkan ii menunjukkan CO₂ yang dihasilkan oleh bahan bakar campuran.

f. Perhitungan % kalor masing-masing jenis bahan bakar

$$\% \text{ Kalor} = \frac{\left(\frac{HV \text{ bahan bakar} \times \sum \text{konsumsi bahan bakar}}{\text{produk klinker}} \right)}{\text{kebutuhan kalor aktual}} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

(Sumber: Departemen Produksi P7/8)

g. Perhitungan biaya akibat penggunaan lumpur minyak

Jika lumpur minyak berasal dari pabrik lain, akan ada kompensasi dalam bentuk nilai materi karena lumpur minyak tergolong LB3.

Jika lumpur minyak dari internal PT ITP, maka terjadi penghematan bahan bakar, karena lumpur minyak dimanfaatkan secara langsung.

$$= \frac{(C_{\text{bahan bakar teoritis}} - C_{\text{lumpur minyak}})}{C_{\text{bahan bakar teoritis}}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

C teoretis dihitung berdasarkan kebutuhan panas dan kapasitas klinker (sesuai spesifikasi *kiln*), sedangkan C lumpur minyak merupakan harga lumpur minyak yang harus dikeluarkan PT ITP jika lumpur minyak diolah oleh pihak ketiga.

3.7. Keterbatasan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian Kajian Penggunaan Bahan Bakar Alternatif di PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk ini masih ditemui beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Penelitian dibatasi oleh ketersediaan data/informasi yang disediakan oleh industri dan yang mungkin untuk dipublikasikan.
2. Waktu penelitian dibatasi sesuai dengan ijin pelaksanaan penelitian, yakni satu bulan.

4. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1. Kondisi Umum Perusahaan

4.1.1. PT. Indocement Tunggal Prakarsa

PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk tergolong perusahaan publik yang bergerak dalam bidang pertambangan dengan produk berupa semen. Saham PT ITP mulai 26 April 2002 memiliki susunan kepemilikan yaitu; 61,7% Heidelberg *Cement Germany*, 16,9% Pemerintah Republik Indonesia, 13,5% PT Mekar Perkasa dan 7,9% dimiliki oleh masyarakat. PT ITP memiliki 12 *plant* dengan kapasitas total 17,1 juta ton semen/tahun (Tabel 11) . PT ITP tersebar di tiga lokasi yaitu Citeureup, Palimanan dan Tarjun.

Tabel 11. Lokasi dan Kapasitas Pabrik Indocement

Lokasi	Jumlah plant	Kapasitas (Juta ton semen/tahun)
Citeureup, Bogor	9	11,9
Palimanan, Cirebon	2	2,6
Tarjun, Kalimantan Selatan	1	2,6
Total	12	17,1

(Sumber: Indocement, 2008)

Kegiatan operasi yang dilakukan ada PT. ITP-Citeureup meliputi kegiatan penambangan bahan baku hingga pengiriman hasil produk berupa semen. Luasan pabrik yang mencapai 5.385 hektar terdiri atas; areal tambang, pabrik dan perumahan/kantor (*housing*). Lokasi ini terletak di dua kecamatan, yakni Kecamatan Citereup dan Kecamatan Cileungsi.

Sebagai bentuk tanggungjawab perusahaan pada lingkungan, PT ITP telah mendapatkan beberapa sertifikasi diantaranya:

1. *American Petroleum Institute (API) Product Certificate* untuk produk *Oil Well Cement* (8 Maret 1993)
2. *International Standard Organization (ISO) 9002:1994* tanggal 29 Maret 1995
3. Standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) bendera Emas tanggal 2 Januari 2001

4. ISO 9001:2000 tanggal 9 Oktober 2002
5. ISO 14001:1996 tanggal 12 Agustus 2002
6. Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER) Peringkat Hijau tahun 2003 dan pada tahun 2005-2007 masih menyanggah PROPER Hijau
7. ISO 14001: 2004 tahun 2005
8. *Occupational Health & Safety Assessment Series (OHSAS) 18001* tanggal 24 September 2003
9. SNI 19-17025 *Accreditation Laboratory Quality Management System*

4.1.2. Co-processing sebagai Bentuk Pengelolaan Sumberdaya

Heidelberg Cement Germany termasuk anggota dari WBCSD yang menginisiasi industri untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan tanggungjawab perusahaan. Terdapat empat elemen dasar yang menjadi landasan kontribusi industri semen dalam pengembangan industri yang berkelanjutan yakni:

1. Pengelolaan sumberdaya

Pengelolaan sumberdaya dilakukan dengan meningkatkan efisiensi konsumsi energi dan bahan baku (*eco-efficiency*), pemanfaatan kembali dan mencari alternatif energi yang berasal dari limbah dan hasil samping dari industri lain.

2. Perlindungan ekosistem

Meminimalisasi penurunan kualitas lingkungan pada lokasi penambangan dengan memelihara lokasi tambang yang tidak dimanfaatkan lagi.

3. Penurunan konsentrasi polutan di udara, tanah dan air

4. Peningkatan kualitas hidup

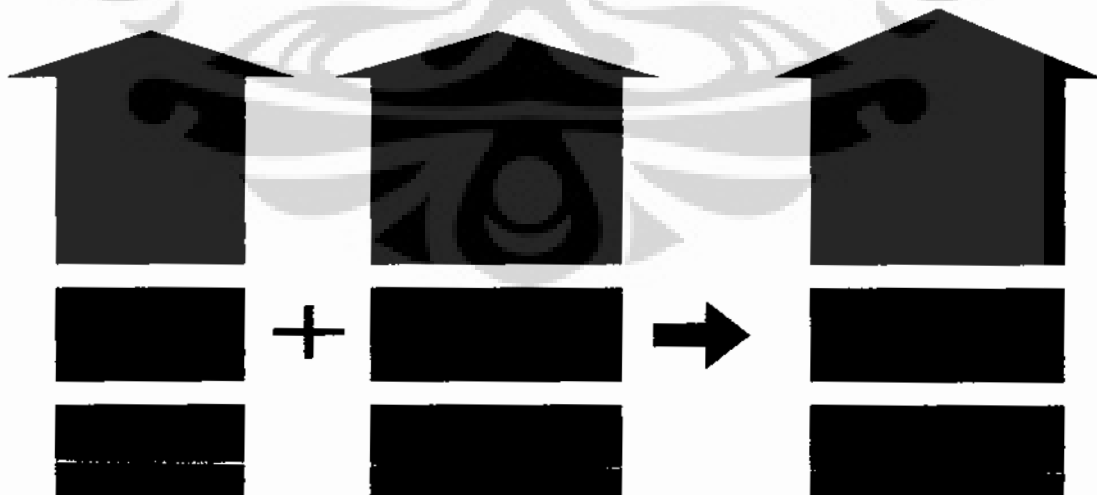
Dengan memproduksi semen berkualitas untuk semua konstruksi bangunan, industri semen secara tidak langsung akan melindungi keselamatan konsumen. Selain itu, industri semen memberikan kesempatan kerja untuk peningkatan sosial ekonomi masyarakat lokal.

Sebagai bagian dari grup Heidelberg, PT. ITP turut melakukan pengelolaan sumberdaya dengan melakukan pengembangan energi alternatif dengan pemanfaatan limbah. Pemanfaatan limbah dalam proses produksi semen akan membantu pencapaian target *Millennium Development Goals (MDGs)* yaitu pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Pada tahun 2002 PT. ITP

menyiapkan prosedur pemanfaatan Bahan Bakar dan Material Alternatif (BBMA) dengan memperhatikan konvensi internasional yang terkait yakni; Konvensi Bassel, Konvensi Stockholm dan Protokol Kyoto.

Proyek penggunaan material alternatif dilakukan dengan memanfaatkan limbah industri yang mengandung mineral tertentu untuk menyuplai komposisi mineral pada bahan baku. Material alternatif yang digunakan seperti; *copper slag* dari industri baja, abu terbang (*fly ash*) dan limbah industri yang mengandung pengotor yang dapat dimanfaatkan kembali. Program kedua, yakni penggunaan BBA disamping menggunakan sekam, cangkang kelapa sawit, serbuk gergaji, LB3 juga berupa *refused derived fuel* (RDF) yang berasal dari pengolahan sampah domestik.

Penggunaan BBMA telah dimulai dengan serangkaian trial pada tahun 2006-2007 dalam uji coba pada proyek CDM sebagai salah satu dari program Manajemen Lingkungan (*Environment Management Plant*) PT ITP. Penggunaan material aditif pada bahan baku menghasilkan semen komposit yang ramah lingkungan, dengan substitusi penyusun klinker dengan campuran abu terbang, kapur dan *blast furnace slag*. Substitusi pada material bahan bakar dilakukan secara bertahap sebagai langkah untuk turut mengendalikan kadar CO₂, SO_x dan NO_x yang dilepas ke udara dalam proses produksi semen.



Gambar 14. Skema Emisi CO₂ pada Penggunaan BBA di Industri Semen (Sumber: Cembureau, 1997)

Substitusi bahan bakar dengan biomassa dan limbah industri akan mengurangi konsumsi bahan bakar primer yaitu batubara (Gambar 14) yang pada akhirnya akan menurunkan jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh batubara. CO₂ yang berasal dari biomassa inilah yang didaftarkan pada program reduksi emisi karbon (*Certified Emission Reductions, CERs*) karena CO₂ yang dihasilkan oleh biomassa ekuivalen dengan CO₂ yang dikonsumsi selama siklus hidup tumbuhan.

Penggunaan LB3 sebagai campuran BBA dilakukan sesuai dengan perijinan yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia setelah melalui tes uji pembakaran (*trial burning test*) yang dilengkapi pengecekan emisi dioksin/furan. Secara bertahap dengan dikeluarkannya Kepmen LH No. 348 Tahun 2007 tentang izin pengolahan secara termal LB3, Kepmen LH No. 342 Tahun 2007 tentang izin pemanfaatan LB3 sebagai BBA dan bahan baku alternatif, dan diperbaharui dengan Kepmen LH No. 390 Tahun 2008 tentang pemanfaatan LB3 dengan batasan kandungan pengotor.

Jenis LB3 yang dihindari dalam *co-processing* di ITP antara lain; limbah infeksius, limbah yang mengandung asbestos, limbah kepingan elektronik, baterai bekas, limbah yang eksplosif, limbah yang bersifat korosif, limbah radioaktif, limbah yang belum mengalami penyortiran, limbah yang mengandung kadar logam berat tinggi, sianida, fosfor, barium, sodium, potassium, sulfur dan senyawa klorida dalam jumlah yang tinggi. Pemanfaatan kalor limbah industri menguntungkan secara ekologi karena CO₂ yang dihasilkan setelah limbah dioptimalkan kalornya, yang berarti turut menurunkan penggunaan batubara. Hal ini memberikan nilai lebih daripada limbah industri yang hanya dibakar dalam insinerator tanpa dimanfaatkan energinya.

Perubahan pada kegiatan operasi dengan adanya program BBMA, mengakibatkan perubahan pada Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Revisi RKL-RPL disahkan pada tanggal 14 Maret 2007 dengan Nomor 660/763-BPLHD. RKL – RPL sebelumnya disetujui

oleh Kepala Badan Litbang Industri a.n. Menteri Perindustrian RI nomor 1268/M/10/1995 tanggal 26 Oktober 1995.

4.1.3. CDM Indocement

Siklus proyek CDM meliputi tujuh tahapan mulai dari desain proyek sampai penerbitan CERs (Gambar 15). Prosedur yang begitu kompleks mengakibatkan lamanya waktu yang diperlukan untuk mendaftarkan dan mengembangkan sebuah proyek.



Gambar 15. Siklus Proyek CDM
(Sumber: IGES dalam Mulyani, 2009)

Kegiatan pengurangan emisi melalui CDM harus memenuhi tiga syarat utama:

1. Partisipasi negara berkembang dilakukan atas dasar sukarela dan pihak-pihak yang terlibat telah menyetujuinya.
2. Hasil penurunan emisi harus nyata, dapat diukur dan memberi dampak jangka panjang dalam hal perlindungan iklim.
3. Kegiatan CDM harus menghasilkan keuntungan/perolehan (*additionality*) dalam hal ini adalah pengurangan emisi dibandingkan jika kegiatan tanpa CDM.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh sebuah usulan proyek adalah *additionality*. Proyek BBA dalam AFR *Project* tergolong *additional* karena tanpa instrument CDM proyek tersebut tidak dapat dijalankan. Proses transfer teknologi dengan penambahan biomassa sebagai BBA serta pemantauan yang berlangsung secara periodik merupakan kompleksitas dalam proyek AFR selain aspek legal lainnya yang menjadi persyaratan administratif proyek CDM.

Usulan pemanfaatan biomassa sebagai BBA di PT ITP dimulai sejak tahun 2001. Dokumen Rancangan Proyek (*Project Design Document*, PDD) penggunaan BBA telah diusulkan pada tahun 2002 (Tabel 12) dan operasional untuk P8 baru dapat dilakukan pada tahun 2007 setelah tanur semen mengalami penambahan peralatan.

Tabel 12. Status Perkembangan Proyek CDM Indocement

Waktu	Tahapan
Desember 2002	<i>Project Idea Note</i> (PIN) disertai <i>Letter of Acceptance</i> dari Menteri Negara Lingkungan Hidup dikirim ke World Bank
Maret 2005	<i>Project Concept Note</i> (PCN) dikirim ke World Bank
Agustus 2005	Studi Kelayakan dan Rencana Pengelolaan Lingkungan untuk tiap lokasi pabrik di Citeureup, Cirebon dan Tarjun
23 Januari 2004	<i>Project Design Document</i> (PDD) disiapkan antara Indocement dengan World Bank dikirim ke UNFCCC
Mei 2005	<i>Executive Board</i> UNFCCC telah menyetujui <i>Baseline</i> dan <i>Monitoring Methodology</i> untuk <i>Alternative Fuel Project</i>
20 September 2005	Revisi PDD (sesuai metodologi yang disetujui) dikirim kepada Komnas PBB untuk persetujuan akhir
29 Nov-2 Des 2005	Validasi kedua PDD
22 Desember 2005	Persetujuan <i>Project</i> MPB Indocement oleh Komnas PBB
	Laporan Final validasi dan rekomendasi dikirim untuk persetujuan <i>Executive Board</i> UNFCCC:

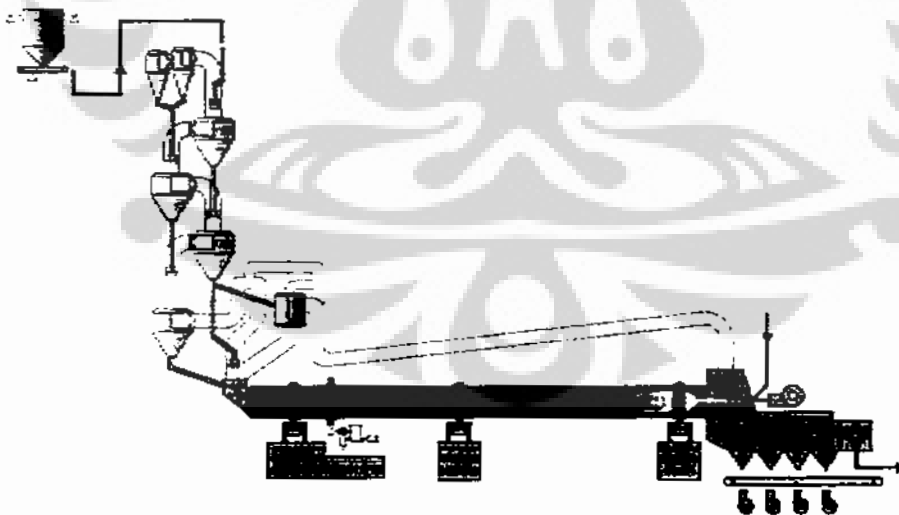
... lanjutan Tabel 12

Waktu	Tahapan
Juli 2006	a. <i>Alternative Fuel Project</i>
Agustus 2006	b. <i>Blended Cement Project</i>
29 September 2006	Registrasi MPB oleh UNFCCC:
27 Oktober 2006	a. <i>Alternative Fuel Project</i>
	b. <i>Blended Cement Project</i>
4-14 Desember 2006	Verifikasi I
7-9 Maret 2007	Verifikasi II
14 Maret 2008	CER I
27 Maret 2008	CER II

(Sumber: Indocement (a), 2008)

4.1.4. Plant 8 PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk

Plant 8 memproduksi *Ordinary Portland Cement* (OPC) tipe I, yaitu jenis umum yang paling banyak diproduksi untuk berbagai keperluan seperti bangunan bertingkat, rumah, jembatan dan jalan. Sistem tanur P8 mengalami *upgrade* sebagai bentuk penyesuaian untuk pengumpanan BBA. Terlihat pada Gambar 16 penambahan dua buah *chamber* (ruang); ruang pembakaran dan ruang kalsinasi memungkinkan penggunaan BBA untuk membantu pembakaran pada *calciner* (alat sebagai tempat kalsinasi) yang berfungsi sebagai *secondary firing* (tempat pembakaran sekunder).



Gambar 16. Unit *kiln*
(Sumber: Indocement (a), 2008)

Sistem tanur P8 di desain sedemikian rupa sehingga konsumsi panas hanya sebesar 765 kkal/kg klinker dan kapasitas maksimum 5500 ton klinker/hari. Unit

kiln merupakan unit yang cukup penting karena pada tahap inilah terjadi reaksi bahan baku membentuk klinker. Pembentukan klinker terdiri dari beberapa tahapan proses (Tabel 13), yaitu:

1. Proses pemanasan awal dan penguapan air yang terjadi di pemanas (*suspension preheater*, SP)
2. Proses kalsinasi awal yang terjadi di SP
3. Proses kalsinasi lanjutan yang terjadi di tanur putar
4. Proses *safety* yang terjadi di tanur putar
5. Proses transisi yang terjadi di tanur putar
6. Proses sintering/klinkerisasi yang terjadi di tanur putar
7. Proses pendinginan lanjut yang terjadi di *grate cooler*

Tabel 13. Tahapan Reaksi Pembentukan Klinker

Suhu (°C)	Reaksi
110	Penguapan kandungan air pada tepung baku
100-400	Penguapan kandungan air terikat
450-800	Dehidrasi tanah liat/kaolin $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 + 2H_2O - 213 \text{ cal/g}$
700-730	Disosiasi magnesium karbonat $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2 - 275 \text{ kal/g}$
700-800	Pembentukan $CaO \cdot Al_2O_3$
750-900	Disosiasi kalium karbonat $Ca CO_3 \rightarrow CaO + CO_2 - 420 \text{ kal/g}$
800-900	Pembentukan $2CaO \cdot SiO_2$
900-950	Pembentukan $5CaO \cdot Al_2O_3$
950-1200	Pembentukan $2CaO \cdot SiO_2(C_2S)$ dan $2CaO \cdot Fe_2O_3$
1200-1300	Pembentukan $3CaO \cdot Al_2O_3(C_3A)$ dan $4 CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3(C_4AF)$
1260-1450	Pembentukan $3CaO \cdot SiO_2(C_3S)$ Pembentukan fase cair
1200-1350	Pendinginan (kristalisasi aluminat dan ferit)
80-150	Pendinginan di dalam <i>cooler</i>

(Sumber: Diniearti, 2006)

Umpan tanur (*kiln feed*) mengalir ke *suspension preheater* (SP) yang berjenis *cyclone* lima stage. Material masuk ke SP melalui saluran penghubung antara *stage* 4 dan 5. Dengan susunan seperti Gambar 16, material mengalami pemanasan berulang di setiap *cyclone*. Material akan tersuspensi dalam aliran gas panas sehingga terjadi perpindahan panas yang efektif dengan menggunakan aliran searah.

Proses yang berlangsung pada SP adalah pemanasan awal, penguapan air dan kalsinasi awal. SP pada P8 dilengkapi dengan *precalciner*. *Precalciner* merupakan pengembangan dari sistem SP yang dapat melakukan pembakaran dari bahan bakar yang diletakkan antara SP dan tanur. Gas panas pada SP berasal dari *precalciner* dan tanur. Reaksi kalsinasi di SP terjadi mulai suhu 700°C dan kemudian berlangsung secara cepat pada suhu 800-900°C material akan terpisahkan dari gas panas karena adanya gaya sentrifugal. Gaya ini menyebabkan material akan terlempar pada dinding *cyclone* karena massa material lebih besar dibanding gas. Material akan jatuh pada stage berikutnya, hingga kemudian setelah *cyclone stage I* material akan masuk ke tanur putar pada suhu 925°C. Material akan mengalir sepanjang tanur yang memiliki kemiringan 3,5°.

4.2. Kondisi Wilayah Sekitar Perusahaan

Lahan PT. ITP yang terdiri dari pabrik dan pertambangan batu kapur berbatasan dengan 12 desa yaitu Desa Bantarjati, Citeureup, Gunung Putri, Gunungsari, Hambalang, Leuwikaret, Lulut, Nambo, Pasir Mukti, Pupanegara, Tajur dan Tarikolot. Penambangan batu gamping dan lempung untuk bahan baku dilakukan pada lahan konsesi pabrik PT ITP di Desa Citeureup dan Hambalang di Kecamatan Citeureup (Kuari Hambalang) serta Desa Nambo dan Lulut di Kecamatan Cileungsi (Kuari D). Pembangunan infrastruktur kemasyarakatan dibangun di desa-desa yang berbatasan dengan lokasi penambangan sebagai bagian dari tanggungjawab sosial perusahaan. Pembangunan infrastruktur dimaksudkan untuk mendukung pengembangan komunitas masyarakat lokal yang saat ini terus dilakukan. Melalui pembangunan unit usaha kecil seperti usaha batako, kerajinan yang bersifat industri rumah tangga diharapkan menjadi aset kemandirian masyarakat ketika PT ITP memasuki pasca tambang.

Pabrik berlokasi di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor. Kecamatan Citeureup termasuk dalam wilayah pembangunan tengah yang termasuk simpul-simpul jasa distribusi barang dan jasa serta pendorong pembangunan wilayah kabupaten. Sebagai wilayah pengembangan industri, perdagangan, dan jasa di Kabupaten Bogor, potensi pengembangannya banyak didukung oleh letak

geografis Kecamatan Citeureup sebagai pintu keluar masuk yang menghubungkan langsung dengan provinsi DKI Jakarta dan Kota Bogor dengan akses tol Jagorawi.

4.2.1. Kondisi Demografis

Kecamatan Citeureup terdiri atas 12 desa dan 2 kelurahan dengan 45.897 KK dengan total jumlah penduduk 173.500 jiwa yang terdiri atas 88.327 laki-laki, 85.173 perempuan yang secara rinci dapat dilihat dalam Tabel 14.

Tabel 14. Jumlah Penduduk Menurut Desa/Kelurahan

No	Desa/Kelurahan	RW	RT	KK	Jumlah Penduduk		
					L	P	Total
1	Kr. Asem Barat	11	70	4.901	9.650	9.414	19.064
2	Puspanegara	11	38	5.076	9.555	9.226	18.781
3	Citeureup	4	31	4.402	8.765	8.242	17.007
4	Puspasari	13	43	4.417	6.336	6.472	12.808
5	Tarikolot	8	35	4.577	8.221	8.083	16.304
6	Pasir Mukti	3	13	1.542	4.314	4.211	8.525
7	Gunungsari	6	34	2.909	6.196	6.021	12.217
8	Tajur	8	32	2.614	5.533	5.229	10.762
9	Kr. Asem Timur	8	32	3.236	5.778	5.430	11.206
10	Sanja	6	32	3.324	5.745	5.771	11.516
11	Leuwikutug	7	26	3.872	7.642	7.159	14.801
12	Sukahati	6	22	2.056	4.700	4.391	9.091
13	Tangkil	2	6	235	344	319	663
14	Hambalang	8	28	2.736	5.548	5.205	10.753
	Jumlah	101	442	88.327	88.327	85.173	173.500

(Sumber: Pemerintah Kecamatan Citeureup, 2008)

Kepadatan penduduk di Kecamatan Citeureup tidak merata, penduduk terpadat ada di Kelurahan Karang Asem Barat, Puspanegara dan Citeureup. Pada tiga daerah inilah, sejumlah industri dan pusat kegiatan ekonomi berada.

4.2.2. Kondisi Ekonomi

Adanya industri di Citeureup menunjang kondisi ekonomi masyarakat. Di Kecamatan Citeureup sebagai lokasi pabrik ITP, tercatat 372 buah industri dari skala kecil hingga besar dengan perincian sebagai berikut:

1. Industri Besar : 45 buah
2. Industri Menengah : 78 buah
3. Industri Kecil : 249 buah

Disamping sebagai pegawai/buruh industri/pabrik, adapula masyarakat pengrajin (industri rumah tangga) dan serta kategori masyarakat yang memanfaatkan keberadaan industri untuk membuka lapangan pekerjaan. Hampir 50% masyarakat di Kecamatan Citeureup bekerja pada sektor industri (Tabel 15).

Tabel 15. Data Penduduk Pekerja berdasarkan Mata Pencaharian

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	%
1	Pertanian	2.159	3,9
2	Pertambangan	335	0,6
3	Industri/Pabrik	27.660	49,9
4	Proyek bangunan/Konstruksi	2.678	4,8
5	Transportasi dan Komunikasi	2.214	4
6	Bank/Lembaga Keuangan	206	0,4
7	Perdagangan Besar dan Eceran	10.347	18,7
8	Listrik, Gas dan Air Minum	28	0,1
9	Pemerintah Pusat	67	0,1
10	Pemerintah Daerah	947	1,7
11	Usaha Sewa Menyewa	33	0,1
12	Jasa-jasa	8.028	14
13	TNI/POLRI	136	0,2
14	Lain-lain	567	10
	JUMLAH	55.405	100

(Sumber: Pemerintah Kecamatan Citeureup, 2008)

Industri kecil di Kecamatan Citeureup didominasi oleh industri logam sebagai industri andalan dengan produk alat-alat rumah tangga, komponen/aksesoris kendaraan bermotor serta peralatan rumah sakit. Masyarakat pengrajin ini sebagian besar terdapat di desa Tarikolot, Gunungsari, Pasir Mukti, dan Sukahati.

Industri semen menyerap tenaga kerja cukup besar dari tenaga kerja tidak terdidik hingga tenaga kerja terdidik. Penyerapan tenaga kerja yang berasal dari masyarakat lokal terjadi akibat hubungan kemitraan masyarakat dengan industri. PT ITP melalui program Bina Lingkungan (BILIK) merekrut warga sekitar sebagai petugas keamanan dan kontraktor. Selain itu, pemberdayaan ekonomi

masyarakat juga dilakukan melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR). Beberapa usaha kecil binaan PT ITP antara lain:

1. Unit Pelayanan Kebersihan (UPK) Sampah Citeureup yang berlokasi di Desa Puspanegara. UPK ini melakukan pengolahan sampah rumah tangga menjadi produk berupa kompos dan RDF. Kompos dibeli oleh PT ITP untuk pupuk sedangkan RDF digunakan sebagai BBA.
2. Usaha Batako
3. Usaha Kerajinan Tangan

Dengan adanya hubungan yang baik antara industri dan masyarakat tentunya akan ikut meningkatkan kualitas hidup/kesejahteraan masyarakat yang bermukim di lingkungan sekitar pabrik. Tabel 16 memperlihatkan terjadinya peningkatan tenaga kerja yang diserap oleh PT ITP periode Januari-Juni 2008.

Tabel 16. Penyerapan Tenaga Kerja Kontraktor PT ITP Semester I Tahun 2008

Bulan	Kontraktor Aktif	Dari Luar	12 Desa	%
Januari	5.711	2.799	2.912	51
Februari	5.753	2.801	2.952	51
Maret	4.594	2.423	2.171	47
April	6.230	2.907	3.323	53
Mei	6.034	2.644	3.390	56
Juni	6.066	2.646	3.420	56

(Sumber: Indocement, 2008)

Pemanfaatan BBA di industri semen membuka peluang penyerapan tenaga kerja bagi masyarakat sekitar serta menciptakan jaringan ekonomi baru. Tenaga kerja yang diserap dari program ini cukup banyak untuk melakukan perlakuan pendahuluan sebelum limbah siap diumpankan ke tanur. Terbentuknya jaringan ekonomi baru seperti penjual, *transporter*, kuli angkut, karena terjadi permintaan akan biomassa dan LB3.

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 ± 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.

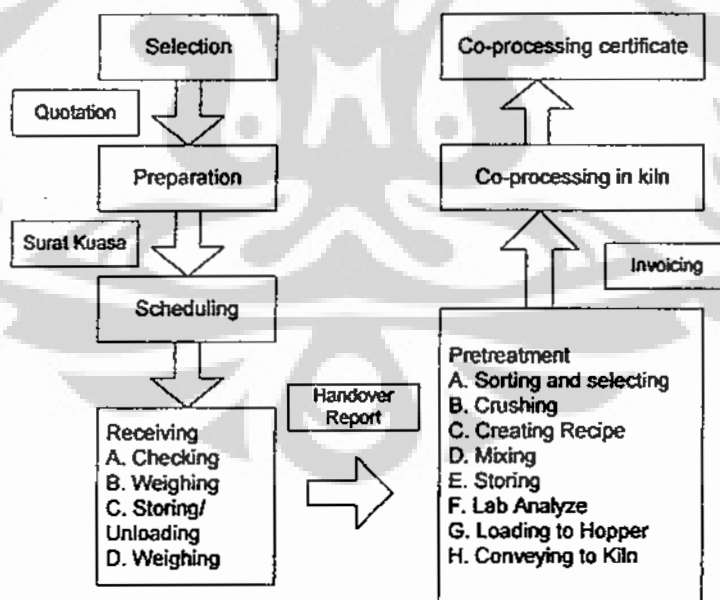
Kandungan air yang cukup tinggi pada serbuk gergaji yang berfungsi sebagai absorben lumpur minyak akan mengurangi kemampuan penyerapan sehingga

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 pengumpulan (*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	
Total Hydrocarbon (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 25^oC, 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

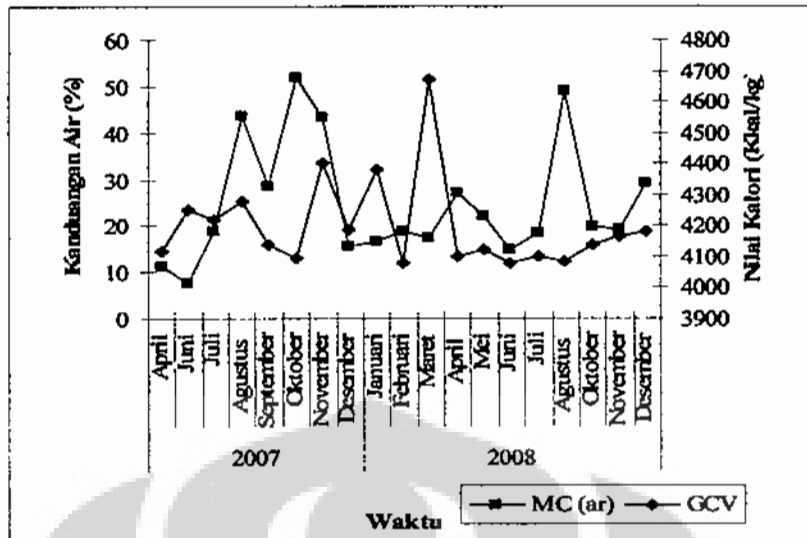
Laboratorium	Parameter Uji	Biaya per Sampel (dalam jutaan)	Keterangan
Laboratorium Indonesia	Logam Berat Untuk mengetahui terjadinya kebocoran pada tempat (<i>pit</i>) pencampuran BBA	1-2	a. Uji air sumur pantau. Sumur pantau dekat dengan (<i>pit</i>) pencampuran BBA b. Periode sekali/ enam bulan/lokasi

(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.

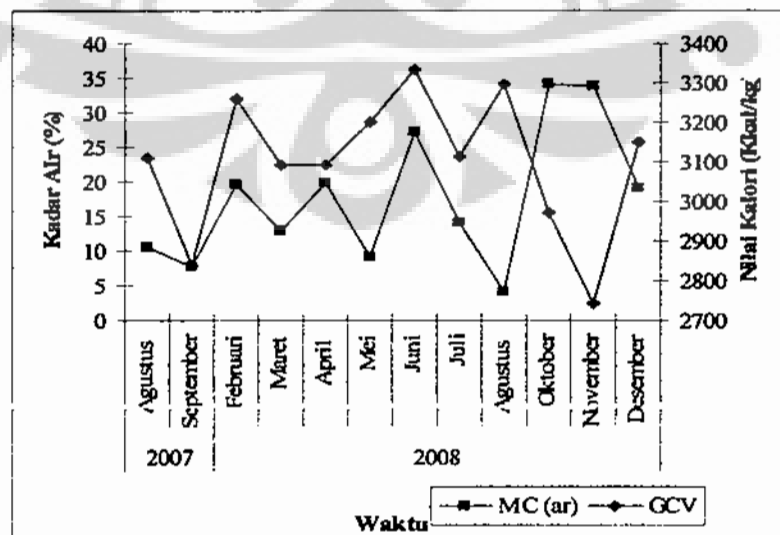
5.2.2. Kualitas biomassa yang fluktuatif

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:



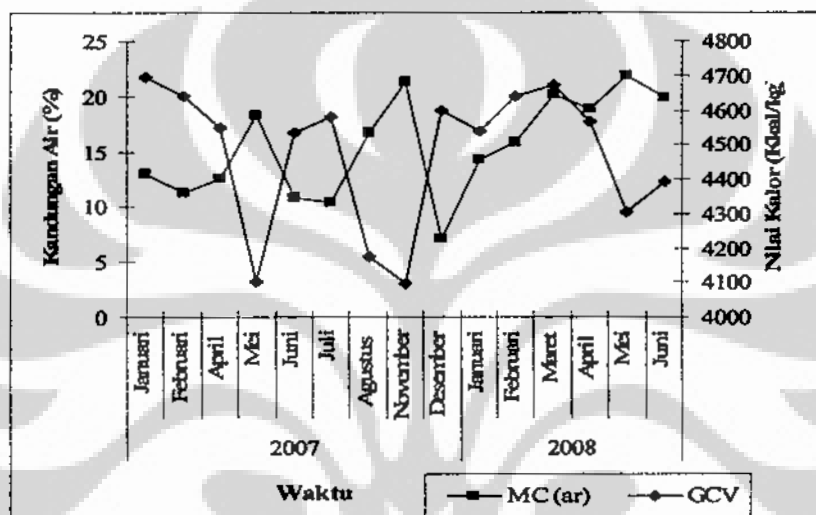
Gambar 18. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalor Serbuk Gergaji P8

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 keefektifan 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).

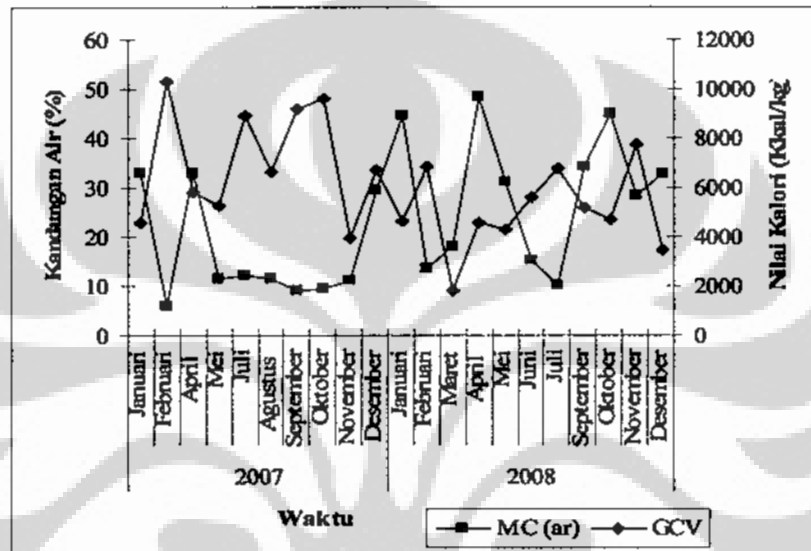


Gambar 20. Grafik Kandungan Air dan Nilai Kalori Cangkang Kelapa Sawit P8

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 lainya 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

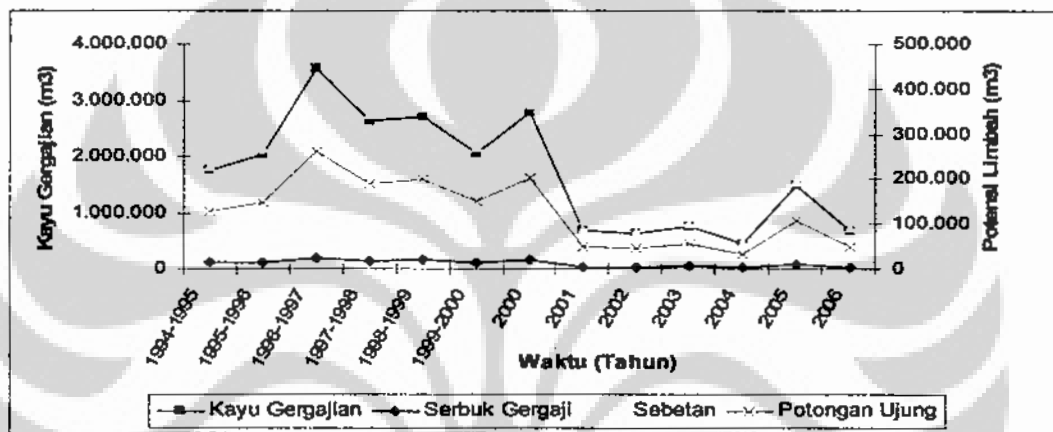
Tersedianya BBA secara kontinyu termasuk syarat yang harus dipenuhi dalam pemilihan jenis BBA yang akan digunakan dalam proses pembakaran. Selain untuk memperoleh kondisi operasi yang sesuai sehingga dicapai kondisi operasi yang stabil pada tingkat substitusi tertentu, tersedianya BBA akan menjamin tingkat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

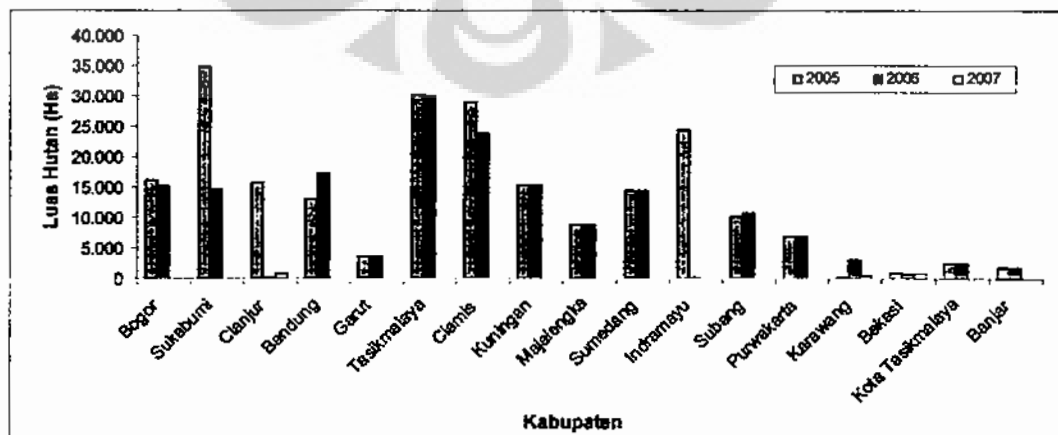
Tersedianya (*availability*) limbah penggergajian terlihat pada Gambar 22 menurun. Produksi kayu gergajian pada Gambar 22 (Lampiran D: Sumber BBA)

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 pemanfaat 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	189,82
		Supply Div	13,68
	Mei	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	502,92
		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	118,64
		PT Neomaxx Indonesia	66,96
		PT NSK Bearing	1,9
		PT Desa Air Cargo	39,02
		PT BSSTEC	6,64
	Agustus	Supply Div	15,72
		PT Karimun Sembawang Shipyard	38,18
		PT BSSTEC	114,86
		PT Neomaxx Indonesia	72,65
		PT Desa Air Cargo	72,03
	September	MT Prosper Two	23,12
		PT Neomaxx Indonesia	50,20
		PT Karimun Sembawang Shipyard	48,00
Supply Div		6,06	
Oktober	PT Pan United Shipyard Indonesia	13,30	
	PT Karimun Sembawang Shipyard	159,87	
November	BSSTEC	339,17	
	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
	April	PT Astra Honda Motor	18,72
		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
	Mei	PT Maruhachi Indonesia	4,44
		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	
Juli	PT Amtek Engineering	5,16	
	PT Sugity Creative	15,80	
	PT Desa Air Cargo	6,98	
Agustus	PT Rekayasa Energy Integrated	49,58	
	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 sebagai BBA. Berdasarkan peraturan inilah, PT ITP menyeleksi LB3 yang dapat digunakan sebagai BBA sehingga penggunaannya 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)	≤ 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 bahar 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 meberikan 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 Bahan bakar	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
		Fosil	Biomassa	Limbah B3 (fosil)	Bahan Bakar 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:

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

$$= \frac{100 - 92,51}{100} \times 100\%$$

$$= 7,49\%$$

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 diumpungkan 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.



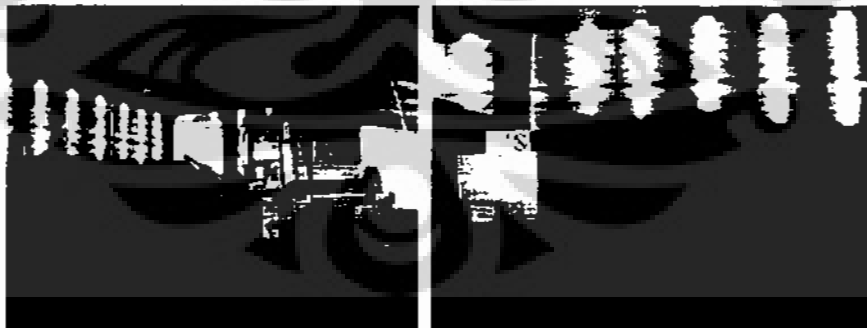
Gambar 26. Alat potong (*Crusher*)
(Sumber: Indocement (a), 2008)

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 pengolahanya 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

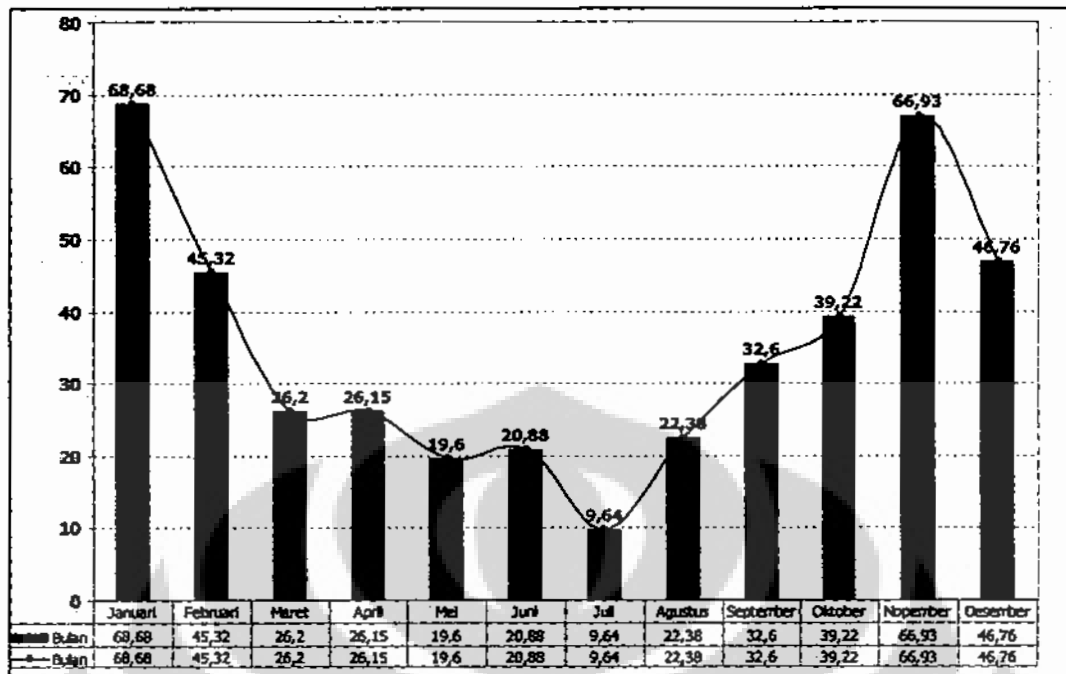
Penerimaan masyarakat dengan penggunaan biomassa dan LB3 dalam penelitian ini tidak dianalisis berdasarkan wawancara secara langsung dengan penghasil

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.



6. KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah *co-processing* memenuhi unsur-unsur keberlanjutan, meskipun pada sisi ekonomi baru dapat dirasakan setelah persen substitusi BBA cukup besar, dan tentunya memerlukan waktu yang tidak singkat. Kesimpulan berdasarkan tujuan khusus antara lain:

1. Kriteria pemilihan BBA yang digunakan dalam industri semen antara lain; nilai kalori, kandungan air, dan kemudahan penanganan.
2. Kendala penggunaan BBA yang berasal dari segi biaya dan karakteristik limbah yaitu; kualitas biomassa yang fluktuatif dan kuantitas limbah yang memenuhi syarat belum mencukupi.
3. BBA jenis sekam, cangkang kelapa sawit dan lumpur minyak memiliki pasokan relatif stabil. Pasokan BBA tersebut diatas tidak termasuk penggunaan biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga dan bahan dasar pupuk. Serbuk kayu tidak dapat mencukupi untuk konsumsi BBA pada masa mendatang. Analisis ini tidak menyertakan pengaruh penggunaan biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga dan bahan dasar pupuk.
4. Penggunaan BBA pada tahun 2007-2008 mampu mensubstitusi kalor sebesar 9,69% dan memberikan penurunan biaya bahan bakar sebesar 8,95%.
5. Pemanfaatan biomassa (2007-2008) sebagai BBA memberikan penurunan emisi CO₂ sebesar 7,49%.
6. Teknologi *co-processing* tanur semen, memberikan penerimaan (kompensasi) untuk tiap LB3 yang masuk sebesar US\$ 5-30/ton, sesuai dengan karakteristik limbah. Selain itu, lumpur minyak ITP juga dapat diolah secara mandiri sehingga mengurangi biaya yang seharusnya dikeluarkan jika pengolahannya diserahkan kepada pengolah limbah semacam PPLI dan sejenisnya.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka beberapa saran yang diajukan adalah:

1. Dalam rangka mengatasi keterbatasan penelitian, maka disarankan pihak lain yang akan melakukan penelitian sejenis dilakukan dalam periode penelitian yang telah melewati tahap awal (*tuning operation*) sehingga keuntungan secara ekonomi akan lebih dapat dikaji lebih jauh.
2. Pengembangan jenis-jenis biomassa lainnya, perlu dijajagi untuk mengantisipasi kelangkaan jenis biomassa tertentu, sehingga tahap awal dapat berlangsung lebih singkat.
3. Tiadanya instalasi pengering mengakibatkan fluktuatifnya kandungan air pada biomassa tidak dapat diatasi. Perusahaan perlu melakukan indentifikasi sejumlah aliran gas buang (dengan temperatur cukup panas) yang berasal dari peralatan produksi agar dapat dimanfaatkan sebagai energi pada instalasi pengering (*dryer*).
4. Pemanfaatan sampah rumah tangga sebagai BBA merupakan peluang yang cukup menjanjikan. Kemitraan antara industri, masyarakat dan pemerintah harus dibangun untuk menangani permasalahan volume sampah rumah tangga di samping sebagai usaha pengembangan energi alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2006. Environmental assesment course: Life cycle assesment.
- Anonimous. 2009. Fotosintesis. <http://www.osovo.com/diagram/phototsynthesis.gif>, 23 Mei 2009, pk. 12.05 wib.
- Asthana S.R and R.K. Patil. 2006. *Use of Alternative fuels in Indian cement industry*. Maharastra Institute of Technology. Pune India.
- Aumund Group. 2008. Conveying alternative fuels. *Cement Review*: March 2008.
- Azar, C. 2009. Climate change and future of energy. Chalmers University of Technology. France.
- Bappenas. 2007. Harga batubara naik 10 persen. <http://els.bappenas.go.id/upload/kliping/harga%20batu.pdf>, 12 September 2008, pk 13.40 WIB.
- Center for Research on Energy Policy*. 2008. Draft pedoman co-processing untuk industri semen. ITB. Bandung.
- Danish CDM Project Cvelopment Facility. 2005. Emission reduction in cement industry: Reducing an air pollution problem and getting additonal revenue at same time. WBCSD. England.
- David, F. 2004. Manajemen strategis, terjemahan oleh PT. Indeks Kelompok Gramedia. PT. Gramedia. Jakarta.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2005. Blueprint pengelolaan energi nasional 2005-2025. ESDM. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2008. Sekam padi sebagai sumber energi alternatif dalam rumah tangga petani. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Diniearti, M. dan Ariyanti, N. 2006. Laporan Praktek Kerja PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Prodi Teknik Kimia UNDIP. Semarang.
- Duda, H.W. 1976. Cement Data Book. Bauverlag GMBH. Germany.
- Ekawati, A. 2008. Indocement tambah penggiling semen. *Tempo Interaktif*, 31 Juli 2008.
- ESDM. 2005. Blueprint Kebijakan Pengelolaan Energi Nasional. Jakarta.
- Goenadi, D. 2008. Pemanfaatan produk samping kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif terbaru. <http://isroi.wordpress.com/2008/03/12/>, 10 Januari 2009, pk. 13.09 WIB.

- Habibie, S., Rahayu, M., Asti, M., dkk. 1999. Identification of less green house gases emission technologies in industry sector. KLH. Jakarta.
- Hindarto, D.E. 2008. Energy conservation and diversification status in Indonesia. PT. Konservasi Energi Abadi. Jakarta.
- Holcim (a). 2006. AFR co-processing EU example. Holcim Group Support. Switzerland.
- Holcim (b). 2006. Guidelines on co-processing waste materials in cement production. Holcim Group Support Ltd. Switzerland.
- Holcim. 2008. Holcim group AFR policy. Holcim Ltd. Switzerland.
- Indocement. 2002. Project Design Document PT. Indocement Tunggal Prakarsa Version 1.
- Indocement. 2004. Clean Development Mechanism-Project Design Document Form: 72 hlm. <http://www.indocement.ac.id>, 21 September 2008, pk. 9.15 WIB.
- Indocement (a). 2008. Co-processing. PT. Indocement Tunggal Prakarsa-Citeureup. Bogor.
- Indocement (b). 2008. Laporan RKL-RPL Semester I tahun 2008. Bogor.
- Indocement. 2009. Laporan RKL-RPL Semester II tahun 2008. Bogor.
- Isroi. 2008. Potensi biomassa lignoselulosa di Indonesia sebagai bahan baku bioetanol. <http://www.isroi.wordpress.com/2008/04/28/potensi-biomassa-lignoselulosa-di-indonesia-sebagai-bahan-baku-bioetenol/>, 16 September 2008, pk. 14.59 WIB.
- Kurniawan, K.P. 2008. The rotary kiln operation and fundamental of combustion. HTC Division Indocement. Bogor.
- Mulyani, M. 2009. Pelaksanaan Mekanisme Pembangunan Bersih: Suatu kajian kebijakan pemerintah. PSIL UI. Jakarta
- Pemerintah Kecamatan Citeureup. 2008. Laporan tahunan kinerja Camat Citeureup Kabupaten Bogor Tahun 2008. Kecamatan Citeureup. Bogor.
- PT. Semen Gresik, Tbk. 2008. Pentingnya komitmen berkesinambungan. <http://www.semengresik.com>, 19 September 2008, pk 11.13 WIB.
- Purnomo, H. 2009. Wawancara: Bahan bakar di industri semen. Indocement. Bogor.

Setyawati, D. 2003. Komposit serbuk kayu plastik daur ulang: Teknologi alternatif pemanfaatan limbah kayu dan plastik. Institut Pertanian Bogor.

Sunarsip. 2007. Situasi industri semen nasional dan antisipasinya. *Investor Daily*, 11 Juli 2007.

Thayib, H. 2009. Sidang tesis. PSIL UI. Jakarta

UNEP. 2005. Pedoman efisiensi energi untuk industri di Asia. www.energyefficiencyasia.org.



DAFTAR BACAAN

- Anonimous. 2007. Energi Biomassa. http://www.energiterbarukan.net/index.php?option=com_content&task=viewarticle&cid=13&artid=368, 12 September 2008, pk. 12.30 WIB.
- Cembureau. 1997. Alternative fuels in cement manufacture. The European Cement Association. Brussels.
- Community Development Department. 2009. Community Development PT. Indocement Tunggal Prakarsa.
- Djanuarto, B.D. 2007. Indeks harga batubara resmi diluncurkan. <http://web.bisnis.com/sector-riil/tambang-energi/lid1089.html>, 12 September 2008, pk 13.38 WIB.
- Firdaus, A. 2007. *Proses Pembuatan Semen Pada PT. Holcim Indonesia, Tbk.* Departemen Teknik Kimia, Untirta. Cilegon.
- Fitrotin, U. 2008. Pemanfaatan limbah gergaji kayu sebagai pendukung bahan bakar industri kripik singkong skala rumah tangga. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat.
- Freeman, H. 1988. Standard handbook of hazardous waste treatment and Disposal. Mc Graw Hill. United States.
- Goenadi, D.H. 2006. Berburu energi di kebun sawit. *Republika*: 25 pebruari 2006. Jakarta.
- Handout Mata Kuliah. 2004. Pengetahuan lingkungan kuliah 8: Sumber daya energi. Departemen Biologi ITB.
- Hariyanto. 2008. Kayu bakar, bio fuel dan kelestarian hutan. <http://www.kabarindonesia.com/berita.php?pil=4&jd=Lomba-Tulis-YPHL:-KAYU-BAKAR,-BIO-FUEL-DAN-KELESTARIAN-HUTAN&dn=20081023134620>, 25 Februari 2009, pk. 14.52 WIB.
- Heriansyah, I. 2005. Potensi pengembangan energi dari biomassa hutan di Indonesia. *Inovasi Vol 5/XVII*?November 2005.
- Indocement. 2008. CDM Indocement, berwawasan lingkungan yang mengedepankan kualitas. Jakarta.
- Jacott, M., Taylor, A and Winfield, M. 2003. Energy use in the cement industry in North America: Emissions, waste generation and pollution control, 1990-2001. Comission for Environmental Cooperation America.

- Kompas. 2007. Harga batubara naik 10 persen. <http://www2.kompas.com/kompas-cetak/0712/19/ekonomi/4091767.htm>, 12 September 2008, pk 13.38 WIB.
- KLH. 2006. Kementerian Lingkungan Hidup: Pengelolaan B3 dan Limbah B3. Deputi Bidang Pengelolaan B3 dan Limbah B3.
- Kurniawan, K.P. 2008. The rotary kiln operation and fundamental of combustion. HTC Division Indocement. Bogor.
- La Grega, M.D., Buckingham, P.L and Evans, J.C. 2001. Hazardous waste management, 2nd edition. Mc Graw-Hill. Singapura.
- Listiyanawati, D., Trihadiningrum, Y dan Dungkono, D. 2008. Eko-briket dari komposit sampah plastik campuran dan lignoselulosa. ITS. Surabaya.
- Mahajoeno, E. 2005. Energi alternatif pengganti BBM: Potensi limbah biomassa sawit sebagai sumber energi terbarukan. http://www.ipard.com/art_perkebun/apr11-05_isr+edw.asp, 16 September 2008, pk. 15.02 WIB.
- Prasetya, B., Sudijono dan Kasinoputro, P. 2005. Pemanfaatan lumpur minyak untuk pembuatan komposit berserat lignoselulosa. LIPI. Jakarta.
- Rarastri, A.D. 2008. Kontribusi sampah terhadap pemanasan global. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Selamet, I.G.P. 2002. Makalah Pengelolaan Limbah Industri PT. Kramayudha Ratu Motor. PSIL UI. Jakarta.
- Silalahi, M.U. 2004. Persaingan dalam industri semen nasional. Centre for Strategic and International Studies, Jakarta.
- Sugiarto, A.T. 2004. Teknologi plasma untuk daur ulang limbah oil sludge. <http://www.beritaiptek.com>, 19 September 2008, pk 13.35 WIB.
- Sugiyono, A. 2004. Perubahan paradigma kebijakan energi menuju pembangunan yang berkelanjutan. BPPT.
- Sunardi. 2008. Pemanfaatan limbah sludge oil menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif. MIPA UI. Jakarta.
- Vanderborght, B. and Brodmann, U. The Cement CO₂ Protocol: CO₂ emissions monitoring and reporting protocol for the cement industry, Version 1.6. WBCSD Working Group Cement. Belgium.
- Verhagen, P. 2006. Potential and opportunities for increased waste use. WBCSD. Switzerland.

Lampiran A: Contoh Lembar Perhitungan Emisi CO₂ dengan menggunakan Formulasi dari WBCSD (www.ghgprotocol.org)

User must ensure that units and basis of heating values are consistent and properly cancel across Steps!

**Calculation Based Methodology
(Fossil Fuels)**

Year: **1997**

Record	Example: Source 1 Combustion Unit / Facility Name	Natural gas Fuel type	Equity/ Control	Step 1		Step 2			Step 3		Step 4	Step 5	Step 6					
				A Quantity of fuel combusted	B Units for A	C Heat/ Calorific Value of fuel	D Units for C	E Basis of Heating Values	F Energy content of fuel combusted	G Units for F	H Carbon content factor	I Units for H	J Oxidation factor	K Unit conversion factor to kg	L CO ₂ emissions in kg	M CO ₂ emissions in metric tons		
0			50%	1,000,00	kg	0,051	GJ/ kg	GCV	(GCV or NCV)	F = A * C	51,00	GJ	14	kg C/ GJ	100 %	1,00	2,618	2,62
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		

Lampiran B : Konsumsi Bahan Bakar Plant 8

(Sumber: Diolah dari data Departemen Produksi P7/8 PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk, 2009)

Tabel B.1. Konsumsi Bahan Bakar Sebelum Penggunaan BBA

Tahun	Bulan	HDO		Batubara		HV Batubara		Kebutuhan Panas	
		Kilo Liter	Kkal/Liter	Ton	Kkal/kg	Kkal/kg	Kkal/kg	Kcal/kg	Kcal/kg
2007	Maret	510	8.739,00	1.209,36	6286,14		1172,5		
	April	898	8.676,39	3.316,40	6251,37		1180,1		
	Mei	729,95	8.581,00	7.638,51	6296,35		872,3		
	Juni	494,982	8.633,26	9.312,35	6202,56		817,5		
	Juli	261	8.614,35	8.703,16	6378,17		772,5		
	Agustus	307,72	8.635,58	8.071,41	6371,03		911,7		

Tabel B.2. Konsumsi Bahan Bakar Setelah Program Pengembangan BBA

Tahun	Bulan	HDO		Batubara		HV		Serbuk Gergaji		HV		Skoop Oil		HV	
		Kilo Liter	Kkal/Liter	Ton	Kkal/kg	Kkal/kg	MT	Kkal/kg	MT	Kilo Liter	Kkal/Liter	Kkal/kg	Kilo Liter	Kkal/Liter	
2007	September	332	8.614,00	12.652,00	6.229,84	1.332,90	3.979,29								
	Oktober	278	8.688,09	9.187,45	6.094,15	283,36	3.650,93								
	November	277	8.623,00	12.203,93	6.161,79	598,27	4.400,00								
	Desember	384	8.583,39	10.616,28	6.094,29	2.490,61	4.048,38								
	Januari	430	8.605,90	7.395,86	5.980,13	631,06	4.260,62						18,11	9.285,20	
2008	Februari	208,52	8.545,38	12.778,05	6.095,51	2.411,45	3.946,76								
	Maret	30	8.598,47	16.012,60	6.071,39	2.474,98	3.957,56	324,80	3.005,27						
	April	152	8.400,87	11.726,65	5.809,35	752,00	3.940,38	145,31	2.949,80				11,64	9.708,03	
	Mei	299,84	7.453,16	13.966,94	5.886,64	1.278,58	3.954,55	737,44	3.058,25				18,00	9.440,00	

... lanjutan Tabel B.2

Tahun	Bulan	Sludge Oil	HV	Kernell Shell	HV	Waste Fuel	HV	Bottom Ash	HV	Sludge PP	HV
		Ton	Kkal/Liter	MT	Kkal/kg	Ton	Kkal/Liter	MT	Kkal/kg	MT	Kkal/kg
2008	Juni		31	8.572,26	14.967,02	6.049,69	1.009,70	401,20	3.171,73	30,97	9.428,11
	Juli		223	8.639,00	8.090,40	582,33	3.968,94	87,57	3.021,78	18,32	9.639,86
	Agustus		192,26	8.685,85	11.172,20	5.947,48	3.844,25	45,61	3.263,41	11,10	9.639,86
	September		196	8.633,95	15.207,01	5.872,74	3.921,86	243,11	3.263,08	23,40	9.529,05
	Oktober		106	8.675,26	14.843,06	5.531,85	4.028,18	1.646,80	2.668,18	8,13	9.886,52
	November		219	8.405,00	13.983,39	5.810,25	3.643,06	330,23	2.393,66	13,34	9.545,44
	Desember		224	8.544,08	10.236,46	5.660,90	3.766,86	142,87	2.880,88	0,38	4.251,69

Tahun	Bulan	Sludge Oil	HV	Kernell Shell	HV	Waste Fuel	HV	Bottom Ash	HV	Sludge PP	HV
		Ton	Kkal/Liter	MT	Kkal/kg	Ton	Kkal/Liter	MT	Kkal/kg	MT	Kkal/kg
2007	September	660,631	9.776,11								
	Oktober	442,664	10.249,67								
	November	585,719	4.067,59	98,891	4428						
	Desember	373,116	8.609,81	13,252	4549,97	7,182	6.470,33	36,873	2.291,40	92,105	1.312,91
	Januari	340,78	7.278,70								
	Februari	324,289	7.545,72								
	Maret	400,84	7.513,72								
	April	457,84	7.930,87	121,99	4.430,13					21,019	1.313,10
	Mei	302,49	5.720,55	505,98	4.135,60					0,232	138,39
	Juni	737,18	6.592,83	663,86	4.256,05					1,594	849,88
	Juli	333,12	6.938,37	74,55	4.367,31					48,773	185,12
	Agustus	146,10	7.728,07								
September	261,45	6.644,50							38,02	1.639,00	
Oktober	1.149,62	7.891,73									
November	351,40	10.801,04	318,31	4.445,15					2,848	1.501,36	
Desember	209,63	4.351,49						13,056	55,60	39,832	1.490,32

Tabel B.3. Hasil Perhitungan Persentase Kalor Bahan Bakar di Unit Kiln Plant 8

Tahun	Bulan	Produk Ton	Batubara	HDO	Serbuk Gergaji	% Kontribusi Kalor Tiap Bahan Bakar				Lain-lain	% Penggunaan BBA
						Sekam	Cangkang Sawit	Sludge Oil			
2007	Mar-07	10.285	63,04	36,96							0
	Apr-07	24.170	72,68	27,32							0
	Mei-07	62.933	87,61	11,41							0
	Jun-07	75.882	93,11	6,89							0
	Jul-07	74.764	96,11	3,89							0
	Agust-07	59.319	95,09	4,91							0
	Sep-07	122.886	83,39	3,03	6,19	0	0	6,83	0	13,02	0
	Okt-07	75.835	86,12	3,72	1,75	0	0	6,98	0	8,73	0
	Nop-07	108.751	88,91	2,82	3,43	0	0,57	2,82	0	6,82	0
	Des-07	99.722	75,63	3,85	12,99	0	0,08	3,75	0,29	7,09	0
	Jan-08	66.029	78,67	6,58	5,27	0	0,00	4,41	0,30	9,98	0
	Feb-08	126.498	81,53	1,87	10,98	0	0,00	2,56	0,94	14,48	0
Mar-08	150.202	84,85	0,23	9,42	0,94	0,00	2,63	0,02	13,02	0	
Apr-08	90.431	82,88	1,55	3,97	0,57	0,72	4,42	0,14	9,83	0	
Mei-08	118.915	82,34	2,24	5,58	2,49	2,31	1,73	0,21	12,33	0	
Jun-08	130.671	84,51	0,25	4,14	1,31	2,91	4,54	0,31	13,21	0	
Jul-08	66.683	85,46	3,38	4,47	0,51	0,63	4,05	0,31	9,97	0	
Agust-08	99.306	91,43	2,30	3,01	0,23	0,00	1,55	0,23	5,02	0	
Sep-08	119.175	86,17	1,63	7,05	0,84	0,00	1,68	0,22	9,79	0	
Okt-08	125.000	65,84	0,74	18,46	3,88	0,00	7,27	0,07	9,83	0	
Nop-08	107.508	86,44	1,96	1,10	0,93	1,66	4,04	0,14	7,86	0	
Des-08	65.872	89,44	2,95	1,86	0,70	0	1,41	0,10	4,07	0	
	Harga				155.000,-	215.000,-	-US\$ 30	-US\$ 5-30	-US\$ 5-30	A= 9,69	

Lampiran C : Kandungan Air dan Nilai Kalor Bahan Bakar Alternatif
 (Sumber: Diolah dari data Quality Assurance and Research Department
 PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk, 2009)

Tabel C.1. Kandungan Air pada Serbuk Gergaji

Tahun	Bulan	MC (ar*)	NCV	GCV
		%	Kkal/kg	Kkal/kg
2007	April	11,03	4.374	4.117
	Juni	7,38	4.508	4.251
	Juli	18,56	4.475	4.218
	Agustus	43,44	4.535	4.278
	September	28,36	4.395	4.138
	Oktober	51,66	4.352	4.095
	November	42,94	4.657	4.400
	Desember	15,38	4.450	4.188
2008	Januari	16,7	4.641	4.379
	Februari	18,63	4.342	4.080
	Maret	17,14	4.931	4.669
	April	27,05	4.363	4.101
	Mei	21,86	4.385	4.123
	Juni	14,91	4.342	4.080
	Juli	18,24	4.359	4.097
	Agustus	48,7	4.344	4.082
	Oktober	19,88	4.398	4.136
	November	19,17	4.425	4.163
	Desember	29,08	4.441	4.179

Tabel C.2. Kandungan Air pada Sekam Padi

Tahun	Bulan	MC (ar)	NCV	GCV
		%	Kkal/kg	Kkal/kg
2007	Agustus	10,39	3.364	3.107
	September	7,65	3.095	2.838
2008	Februari	19,46	3.515	3.258
	Maret	12,96	3.347	3.090
	April	19,7	3.350	3.093
	Mei	8,97	3.458	3.201
	Juni	27,07	3.590	3.333
	Juli	14,04	3.369	3.112
	Agustus	4,09	3.551	3.294
	Oktober	34,08	3.226	2.969
	November	33,82	2.996	2.740
	Desember	19	3.406	3.149

Tabel C.3. Kandungan Air pada Cangkang Kelapa Sawit (*Kernell Shell*)

Tahun	Bulan	MC (ar)	NCV	GCV
		%	Kkal/kg	Kkal/kg
2007	Januari	12,88	4.965	4.692
	Februari	11,25	4.911	4.638
	April	12,53	4.801	4.545
	Mei	18,19	4.359	4.103
	Juni	10,79	4.790	4.534
	Juli	10,31	4.835	4.579
	Agustus	16,67	4.431	4.175
	November	21,33	4.353	4.097
	Desember	7,02	4.844	4.597
2008	Januari	14,16	4.787	4.540
	Februari	15,82	4.887	4.640
	Maret	20,09	4.916	4.669
	April	18,76	4.811	4.564
	Mei	21,87	4.552	4.305
	Juni	19,81	4.638	4.391

Tabel C.4. Kandungan Air pada Lumpur Minyak

Tahun	Bulan	MC (ar)	NCV	GCV	
		%	Kkal/kg	Kkal/kg	
2007	Januari	32,91	6.525	4.550	
	Februari	5,71	10.615	10.252	
	April	32,64	8.378	5817	
	Mei	11,43	5.623	5.208	
	Juli	12,22	9.857	8.878	
	Agustus	11,26	7.191	6.610	
	September	8,89	9.833	9.193	
	Oktober	9,39	10.308	9.573	
	November	10,89	4.138	3.917	
	Desember	29,35	8.852	6.692	
	2008	Januari	44,65	7.749	4.649
		Februari	13,28	7.635	6.844
Maret		18,04	1.915	1.780	
April		48,23	8.474	4.520	
Mei		30,97	5.982	4.307	
Juni		15,28	6.319	5.571	
Juli		9,84	7.002	6.755	
September		34,31	6.949	5.181	
Oktober		44,95	7.991	4.657	
November		28,11	1.109	7.705	
Desember	32,74	-	3.479		

*) ar = as received

Lampiran D : Sumber Bahan Bakar Alternatif

Biomasa

Tabel D.1. Estimasi Limbah dari Kayu Penggergajian

Tahun	Kayu Gergajian (1) m ³	Produksi Limbah (2) m ³	Serbuk Gergaji (3) m ³	Sebetan (4) m ³	Potongan Ujung (5) m ³
1994-1995	1.729.839	878.758,21	93.148,37	227.598,38	125.662,42
1995-1996	2.014.193	1.023.210,04	108.460,26	265.011,40	146.319,04
1996-1997	3.565.475	1.811.261,30	191.993,70	469.116,68	259.010,37
1997-1998	2.613.452	1.327.633,62	140.729,16	343.857,11	189.851,61
1998-1999	2.707.221	1.375.268,27	145.778,44	356.194,48	196.663,36
1999-2000	2.060.163	1.046.562,80	110.935,66	271.059,77	149.658,48
2000	2.789.543	1.417.087,84	150.211,31	367.025,75	202.643,56
2001	674.868	342.832,94	36.340,29	88.793,73	49.025,11
2002	623.495	316.735,46	33.573,96	82.034,48	45.293,17
2003	762.604	387.402,83	41.064,70	100.337,33	55.398,60
2004	432.967	219.947,24	23.314,41	56.966,33	31.452,45
2005	1.471.614	747.579,91	79.243,47	193.623,20	106.903,93
2006	679.247	345.057,48	36.576,09	89.369,89	49.343,22

Sumber : Kolom (1) Ditjen Bina Produksi Kehutanan Jawa Barat, 2009
Kolom (2,3,4,5) diolah berdasar formula yang berasal dari penelitian oleh IPB (Setyawati, 2003)

$$\text{Total Produksi Limbah} = \frac{50,8}{100} \times \sum \text{kayugergajian} \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Serbuk Gergaji} = \frac{10,6}{100} \times \sum \text{Pr oduksi Limbah} \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Sebetan} = \frac{25,9}{100} \times \sum \text{Pr oduksi Limbah} \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{Potongan Ujung} = \frac{14,3}{100} \times \sum \text{Pr oduksi Limbah} \dots\dots\dots(14)$$

Tabel D.2. Produktivitas Lahan Pertanian Jawa Barat

Provinsi	2005		2006		2007		2008	
	Panen Area (Ha)	Produktivitas (Ton)	Panen Area (Ha)	Produktivitas (Ton)	Panen Area (Ha)	Produktivitas (Ton)	Panen Area (Ha)	Produktivitas (Ton)
DKI Jakarta	2.668	13.335	1.323	6.197	1.544	8.002	1.664	8.073
Jawa Barat	1.894.796	9.787.217	1.798.260	9.418.572	1.829.085	9.914.019	1.810.207	10.107.866

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2009)

Tabel D.3. Estimasi Potensi Sekam 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

(Sumber: BPS, *) diolah berdasarkan bilangan konversi CDM-PDD PT. ITP, 2004)

$$\text{Estimasi Produksi Sekam} = \frac{20}{100} \times \sum \text{Produktivitas} \quad \dots\dots\dots(15)$$

Tabel D.4. Estimasi Potensi Biomass dari Produksi CPO

Tahun	Ton			
	Palm Oil (1)	Palm Kernel (2)	Serat dan Cangkang*)	TKKS*)
2001	5.598.440	1.117.759	1.063.704	1.287.641
2002	6.195.605	1.209.723	1.177.165	1.424.989
2003	6.923.510	1.529.249	1.315.467	1.592.407
2004	8.479.262	1.861.965	1.611.060	1.950.230
2005	10.119.061	2.155.925	1.922.622	2.327.384
2006	10.961.800	2.363.100	2.082.742	2.521.214
2007	11.809.800	2.592.200	2.243.862	2.716.254
	Rata-rata		1.802.624	

Sumber : Kolom (1,2) Badan Pusat Statistik, 2009

*) diolah berdasar formula yang berasal dari penelitian oleh Goenadi, 2008

$$\text{Serat dan Cangkang} = \frac{19}{100} \times \sum \text{Produksi Minyak Sawit} \quad \dots\dots\dots(16)$$

Neraca Limbah B3

(Sumber: Diolah dari data *Alternative Fuel and Raw Material Department* PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk, 2009)

Tabel D.5. Konsumsi Limbah B3 November 2007

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Oil Sludge	PT. BSSTEC	462,54
Used Grease	P 3-4	6,66
Feather Sharing	PT. Putra Pile Indonesia	18,12
Total Konsumsi November 2007		487,32

Tabel D.6. Konsumsi Limbah B3 Desember 2007

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Oil Sludge	PT. BSSTEC, MC Dermott, Wastec	335,078
Cured Asphalt	PT. Tri Karya Alam	29,18
Contaminated Bag	PT. Logam Jaya Abadi	5,34
Contaminated Good	PT. Wastec International	4,34
Feather Sharing	PT. Putra Pile Indonesia	11
IDO	Plant 6	8,44
Mill Waste	PT. Essar Indonesia	8,3
Paint Sludge	MC Dermott, Wastec, Clariant, Yoshikawa	200,16
PCB Scrap	PT. Panasonic	4,3
Moulding Compound Resin	PT. Wastec International	38,76
Used Solvent	PT. Hopax Indonesia & Wastec	26,7
Waste Oil	PT. Essar Indonesia	7,3
WWT Cake	PT. Clariant	25,06
WWT Sludge	PT. BASF Indonesia	29,06
Total Konsumsi Desember 2007		733,018

Tabel D.7. Konsumsi Limbah B3 Januari 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Oil Sludge	MT. Halden	210,85
Oil Sludge	Karimun Sembawang	318,75
Oil Sludge	Supply Div.	28,26
Carbon Scaling	Asahimas	2,78
Resin	Utility	1,60
IDO	Plant 6	8,44
Curred Asphalt	PT. Tri Karya Alam	5,76
Epoxy Moulding Compound	Sanyo Indonesia	3,82
Feather Sharing	PT. Putra Pile Indonesia	10,6
Paint Sludge	PT. MC Dermott Indonesia	18,84
Sludge Nabati	Goldsmidt Sumi Asih	1,06
Sludge PTA	Wastec International	6,78
Used bag ex oil sludge	AFR (Feeding di SP Lt. 4)	6,58
Total Konsumsi Januari 2008		624,12

Tabel D.8. Konsumsi Limbah B3 Februari 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Bottom Ash	PT. Indonesia Toray Synthetics, Tbk	55,46
Bottom Ash	PT. Goodyear Indonesia	10,50
Bottom Ash	PT. Nippon Steel Indonesia	14,04
Chip Hpl	PT. AICA Indonesia	54,94
Pattarn Padder	PT. AICA Indonesia	3,66
Paint Sludge	PT. Astra Honda Motor	16,62
Paint Sludge	PT. Astra Daihatsu Motor	10,28
Paint Sludge	Astra Otoparts, PT	20,10
WWT Cake	PT. BASF Indonesia	85,7
Paint Sludge	Corinthian Industry, PT	4,60
Paint Sludge	Desa Air Cargo, PT	14,96

... lanjutan Tabel D.8

Oil Sludge	PT. Essar Indonesia	10,28
Paint Sludge	PT. Gaya Motor	78,94
Used Solvent	PT. Hopax Indonesia	50,46
Sludge Nylon Tar	PT. Indonesia Toray Synthetics, Tbk	46,64
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang	47,15
Paint Sludge	PT. Kramayuda Ratu Motor	10,22
Glue Sludge	PT. Kutai Timber Indonesia	7,16
PCB Scrap	Kyosha Indonesia, PT	33,84
Paint Sludge	PT. MC Dermott	36,96
Paint Sludge	PT. Nusa Metal	4,62
Used Grease	Plant 3-4	2,42
Feather Sharing	PT. Putra Pile Indonesia	6,88
Contaminated Oil Sludge	Sanyo Indonesia	14,34
Paint Sludge	PT. Simano Indonesia	2,20
Oil Sludge	Supply Div	23,40
Used TEG	PT. Teknotama Lingkungan Internusa	5,08
Cured Asphalt	PT. Tri Karya Alam	101,70
Paint Sludge	PT. Wastec International	17,98
Total Konsumsi Februari 2008		791,11

Tabel D.9. Konsumsi Limbah B3 Maret 2008

Nama Limbah	Limbah		Konsumsi Ton
		Asal Limbah	
Paint Sludge		PT. MC Dermott Indonesia	33,52
PCB Scrap		PT. Kyosha Indonesia	20,76
Paint Sludge		PT. Gaya Motor	78,46
Cured Asphalt		PT. Tri Karya Alam	75,18
Used Grease		PT. MC Dermott Indonesia	2,34
Valspar Corrocoat		PT. Bredero Shaw Indonesia	34,76
Paint Sludge		PT. Shimano Batam	11,94
Epoxy Moulding Compound		PT. Sanyo Jaya Component Indonesia	3,44
Chip HPL		PT. AICA Indonesia	28,7
Solvent Distillation		PT. Greenindo Tritama	27,18
Contaminated Goods		PT. Kyosha Indonesia	0,94
Paint Sludge		PT. Jurunature SDN BHD	17,62
Oil Sludge		PT. Neomaxx Indonesia	66,54
Oil Sludge		MT. Geudondong / P800I	21,70
Oil Sludge		Supply Div	35,68
Oil Sludge		PT. Ninda Pratama	23,80
Paint Sludge		PT. Astra Honda Motor	11,14
Paint Sludge		Kramayuda Ratu Motor	12,20
Total Konsumsi Maret 2008			505,92

Tabel D.10. Konsumsi Limbah B3 April 2008

Nama Limbah	Limbah		Konsumsi Ton
		Asal Limbah	
Wet VCM Sludge		PT. Asahimas Chemical	236,24
Paint Sludge		PT. SMOE Indonesia	11,68
Sludge Nilon Tar		PT. Indonesia Toray Synthetics, Tbk	130,78
Wet Paint Sludge		PT. Astra Honda Motor	18,72
Paint Sludge		PT. Gaya Motor	3,54
Cured Asphalt		PT. Tri Karya Alam	73,68

... lanjutan Tabel D.10.

Paint Stone	PT. Panasonic Gobel	10,92
Paint Sludge	PT. Astra Daihatsu Motor	76,93
Paint Scrap	PT. Panasonic Mnuufacturing Indonesia	11,6
Paint Sludge	PT. Indomobil Suzuki Int	28,58
Spray Booth Filter	PT. Panasonic Electric Works	0,66
Paint Sludge	PT. Dharma Polymetal	8,88
Chip HPL	PT. AICA Indonesia	35,68
Dust HPL	PT. AICA Indonesia	2,38
Glue Sludge	PT. Arjuna Utama Kimia	9,42
Paint Sludge	PT. Maruhachi Indonesia	4,44
Cont.Good (Imp Serbuk Gergaji)	PT. NSK Bearing	2,72
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	189,82
Silicone	PT. Panasonic Electronic Device	4,82
Oil Sludge	Supply Div	13,68
Contaminated Soil	Primanru Jaya Batam	9,20
Total Konsumsi April 2008		884,37

Tabel D.11. Konsumsi Limbah B3 Mei 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Oil Sludge	MT. Westway	228,09
Paint Sludge	PT. MC Dermott Indonesia	36,28
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	129,40
Paint Sludge	PT. Astra Daihatsu Motor	22,08
Paint Scrap	PT. Panasonic Mnuufacturing Indonesia	15,28
Oil Sludge	PT. Logam Jaya Abadi	8,86
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	75,38
Oil Sludge	Supply Div	69,96
Bottom Ash	PT. Styrimdo Mono Indonesia	2,1
Rejected Candy	PT. Perfetti Van Melle Indoneisa	7,62
Glass Paper Impregnating	PT. AICA Indonesia	22,04
PCB Cutting	PT. Panasonic Electronic Device	5,94
Total Konsumsi Mei 2008		623,03

Tabel D.12. Konsumsi Limbah B3 Juni 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Bottom Ash Terkontaminasi	PT. Riau Andalan Pulp and Paper	24,10
Fibre Glass	PT. RPC	1,24
Paint Sludge	PT. SMOE Indonesia	9,78
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	502,92
Oil Sludge	PT. Oktavia Mandiri	81,74
Paint Sludge	PT. Shimano Batam	4,34
Polio	PT. TEC Indonesia	1,54
Paint Sludge	PT. Fujitec Indonesia	3,66
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	163,9
Slope Oil	PT. Astra Daihatsu Motor	9,10
Ink Sludge	PT. Tekwah Paper Product	0,98
Paint Sludge	PT. Yokogawa Manufacturing Batam	1,82
Paint Sludge	PT. Honfoong Plastics	4,46

... lanjutan Tabel D.12.

Paint Sludge	PT. Desa Air Cargo	10,56
Rejected Candy	PT. Perfetti Van Melle Indoneisa	1,18
Oil Sludge	MT. Sun Rose	36,60
Oil Sludge	PT. NSK Bearing	9,18
Oil Sludge	PT. Desa Air Cargo	19,10
Used Electrolyte	PT. Rubicon	41,46
Serbuk Gergaji	Aker Kvaerner Subsea, PT.	1,52
Coolant	PT. Sony Chemical	1,78
Steel Chip Contaminated	PT. Shimano Batam	2,56
Glass Paper Impregnating	PT. AICA Indonesia	29,58
Bottom Ash	PT. Wastec International	3,96
Contaminated Soil	PT. Desa Air Cargo	2,16
Paint Sludge	PT. Amtek Engineering	5,16
Total Konsumsi Juni 2008		974,42

Tabel D.13. Konsumsi Limbah B3 Juli 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Paint Sludge	PT. Sugity Creative	15,80
HWS as Fuel	PT. Rekayasa Energy Integrated	49,58
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	118,64
Cured Paint Sludge	PT. Yamaha Indonesia	7,20
Valspar Corrocoat	PT. Bredero Shaw Indonesia	10,32
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	66,96
Paint Sludge	PT. Desa Air Cargo	6,98
Rejected Candy	PT. Perfetti Van Melle Indoneisa	1,98
Oil Sludge	PT. NSK Bearing	1,9
Silicone	PT. Adcomat Batam	4,56
Oil Sludge	PT. Desa Air Cargo	39,02
Used Grease	Plant 3/4	12,70
Coolant	PT. FSCM Manufacturing Indonesia	11,48
Oil Sludge	PT. BSSTEC	6,64
Oil Sludge	Supply Div	15,72
Total Konsumsi Juli 2008		369,48

Tabel D.14. Konsumsi Limbah B3 Agustus 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Fibre Glass	PT. RCP	4,34
Epoxy Molding Compound	PT. Sanyo Jaya Components Ind	33,68
Painting Sludge	PT. Kramayuda Ratu Motor	2,40
Paint Sludge (HWS as Fuel)	PT. Rekayasa Energy Integrated	192,24
Paint Sludge	PT. MC Dermott	38,06
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	38,18
Oil Sludge	PT. BSSTEC	114,86
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	72,65
Oil Sludge	PT. Desa Air Cargo	72,03
Oil Sludge	MT. Prosper Two	23,12
Total Konsumsi Agustus 2008		591,56

Tabel D.15. Konsumsi Limbah B3 September 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Glass Paper Impregnating	PT. AICA Indonesia	6,38
Paint Sludge (HWS as Fuel)	PT. Rekayasa Energy Integrated	200,08
Oil Sludge	PT. Neomaxx Indonesia	50,20
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	48,00
Oil Sludge	Supply Div	6,06
Oil Sludge	PT. Pan United Shipyard Indonesia	13,30
Paint Sludge	PT. Pacific Paint	4,10
Paint Sludge	PT. Sugity Creative	5,60
Painting Sludge	PT. Yamaha Music Indonesia	54,24
Sand Filter	PT. Wastec International	7,90
Sillicone Rubber Cair	PT. Binar Sinar Amity	2,40
Total Konsumsi September 2008		398,26

Tabel D.16. Konsumsi Limbah B3 Oktober 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Valspar Corrocoat	PT. Bredero Shaw Indonesia	19,04
Moulding Compound	PT. Sanyo Jaya Components Ind	3,52
Oil Sludge	PT. Karimun Sembawang Shipyard	159,87
HWS as Fuel	PT. Rekayasa Energy Integrated	164,88
Kemasan Bekas Terkontaminasi	PT. Bridgestone Tyre Ind	7,50
Total Konsumsi Oktober 2008		354,81

Tabel D.17. Konsumsi Limbah B3 November 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Oil Sludge	BSSTEC	339,17
Oil Sludge	WASTECC	10,78
Oil Sludge	PERTAMINA	9,74
Glass Paper Impregnating	AICA	40,68
Paint Sludge (HWS as Fuel)	REI	113,78
Paint Sludge	WASTECC	23,22
Kemasan Ex. Oil Sludge	AFR	46,02
Incenerator Ash	Wastec International	25,32
Valspar Corrocoat	Valspar Corrocoat	48,1
Paint Sludge	Inti Ganda Perdana	15,36
Total Konsumsi November 2008		672,17

Tabel D.18. Konsumsi Limbah B3 Desember 2008

Limbah		Konsumsi
Nama Limbah	Asal Limbah	Ton
Bottom Ash	Goodyear Indonesia, PT.	8,78
Sludge Cerarl	AICA Indonesia, PT.	4,94
Contaminated Rags	Desa Air Cargo, PT.	3,86
HWS as Fuel	Rekayasa Energy Integrated, PT.	8,48
Bottom Ash	Tirta Fresindo Jaya, PT.	7,98
Oil Sludge	Karimun Sembawang Shipyard, PT.	166,24
Paint Sludge	Gaya Motor, PT.	41,42

... lanjutan Tabel D.18.

Paint Sludge	Inti Ganda Perdana, PT.	22,20
Valspar Corrocoat	Bredero Shaw Indonesia, PT.	3,34
Painting Sludge	Yamaha Music Indonesia, PT.	17,90
Oil Sludge	Neomaxx Indonesia, PT.	43,80
Epoxy Molding Compound	Panasonic Semiconductor Indonesia, PT.	6,86
Paint Sludge	Gemala Kempa Daya, PT.	5,82
Kemasan Ex. Oil Sludge	AFR	15,72
Used PVC	Utility	2,14
Total Konsumsi Desember 2008		359,48



Lampiran E

PANDUAN WAWANCARA

(diarahkan untuk menjawab tujuan penelitian nomor 1,2,3 dan 6)

Data Responden

Nama Lengkap :

Pekerjaan :

Pendidikan :

Alamat :

Pertanyaan

1. Bahan bakar industri semen di Indonesia adalah batubara sehingga industri semen diasosiasikan dengan tingginya kontribusi emisi CO₂ akibat penggunaan bahan bakar.
 - a. Aspek apakah yang melandasi pengembangan bahan bakar alternatif di industri semen?
 - b. Jika industri mengedepankan aspek lingkungan (jawaban 1.a), mengapa pengembangan bahan bakar alternatif (BBA) baru terjadi pada saat ini, padahal pemanfaatann kembali energi (*energy recovery*) dengan memanfaatkan kemampuan *kiln* semen di industri semen luar negeri sudah cukup tinggi persentasenya.
2. Pemerintah menggalakkan pengembangan energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan sistem energi Indonesia dengan bahan bakar fosil. Status energi Indonesia yang dirilis Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan riil cadangan sumber energi yang potensial dan belum dioptimalkan.
 - a. Jenis BBA apa saja yang digunakan di industri semen bapak/ibu?
 - b. Jika jawaban 2.a adalah sumber energi terbarukan seperti limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan (biomassa), bagaimana keberlanjutan biomassa tersebut untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar?
 - c. Jika jawaban 2.a menyertakan pemanfaatan limbah industri sebagai BBA, bagaimana pemenuhan aspek legal, kesehatan dan keselamatan kerja atas penggunaan limbah industri yang tergolong sebagai limbah B3?
 - d. Bagaimana kriteria pemilihan BBA pada perusahaan bapak/ibu? (akan digali aspek teknis, keberlanjutan pasokan dan keberlanjutan program pengembangan BBA)?
3. Kebijakan perusahaan untuk menggunakan BBA merupakan langkah yang cukup besar karena terkait dengan modal dan sistem perijinan (akibat penggunaan LB3).

- a. Apakah terdapat penambahan utilitas untuk pengembangan BBA secara keseluruhan (penanganan awal BBA misalnya)?
 - b. Pemanfaatan LB3 harus melalui trial burning test untuk menguji *Destruction Removal Efficiency kiln* bapak/ibu, apakah rangkaian proses ini juga menjadi bagian perijinan yang dilalui ketika LB3 menjadi salah satu BBA di industri semen bapak/ibu?
 - c. Jika ya, bagaimana sistem pemantauan (monitoring) yang dilakukan oleh perusahaan dengan pemanfaatan LB3 yang memungkinkan terjadinya ceceran, tumpahan dan emisi pencemar yang berbahaya?
4. Instalasi *kiln* semen didesain untuk bahan bakar padat seperti batubara yang memiliki nyala yang cukup stabil (tergantung pada jenis batubara yang dikonsumsi oleh kiln tersebut).
- a. Apakah terjadi penambahan alat pada unit *kiln* yang telah beroperasi sebelumnya akibat penggunaan BBA?
 - b. Jika ya, apakah penambahan alat tersebut memungkinkan pengolahan jenis BBA dengan karakteristik cairan, *sludge* /lainya?
 - c. Sistem pengumpanan bahan bakar yang terjadi saat ini tentunya cukup berbeda dibandingkan dengan batubara yang cukup stabil (nyala, nilai kaori dan kandungan air), apakah penggunaan BBA memberikan kendala pada saat pengoperasian?
5. Penggunaan biomassa sebagai BBA merupakan peningkatan nilai limbah pertanian (dan atau perkebunan, kehutanan) yang selama ini kurang dimanfaatkan dalam skala besar (industri sebesar industri semen dsb).
- a. Wilayah mana yang menjadi sumber-sumber ketersediaan biomassa ini?
 - b. Jika wilayah sekitar perusahaan (dalam jangkauan satu provinsi/kabupaten), apakah faktor harga turut menjadi dasar pemilihan bahan bakar?
 - c. Jika wilayahnya cukup jauh (apabila terdapat penggunaan limbah kelapa sawit misalnya), apakah perusahaan mengedapankan kontribusi program pengembangan BBA ini sebagai bentuk jawaban atas volume limbah yang belum optimal penanganannya?
 - d. Adakah kompetitor lain dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan ini (misalnya pemanfaatan biomassa pada sektor lain misal UKM ataupun industri sejenis)?
 - e. Jika jawaban 3.d iya, bagaimana keberlanjutan jenis BBA tersebut ke depannya?
6. Pengembangan BBA berpotensi menimbulkan jaringan ekonomi baru yang terbentuk akibat meningkatnya nilai limbah (produk biomassa) dan menurunnya biaya pengolahan LB3.
- a. Apakah pelibatan masyarakat lokal dilakukan pada program ini?
 - b. Jika ya, bagaimana bentuknya? Tenaga operasional (penanganan BBA di pabrik) atau pada sistem penyediaan biomassa (eksternal, pemasok)?
 - c. Penurunan biaya pengolahan limbah/ satuan limbah yang dihasilkan industri merupakan peluang tumbuhnya transpoter LB3 yang akan

“menyerahkan” LB3 dengan mengandalkan kemampuan kiln melalui *co-processing*, bagaimana mengantisipasi penerimaan limbah B3 dari eforia menjamurnya bisnis LB3? (jawaban akan diarahkan pada sistem penerimaan LB3 dan penyeleksian LB3 yang akan digunakan sebagai BBA)

7. *Co-processing* memberikan keuntungan dengan penerimaan LB3 yang memberikan penerimaan sejumlah biaya pengelolaan.
 - a. Bagaimana pendapat bapak/ibu mengenai hal ini?
 - b. Selama ini pengolahan LB3 diserahkan pada industri pengolah LB3 yang mendapat ijin khusus, apakah hal ini akan memberikan hambatan bagi keberlanjutan pasokan LB3 karena terdapat kompetitor pengolah LB3?
 - c. Jika ya, bagaimana dengan keberlanjutan LB3 seperti lumpur minyak dll yang selama ini memberikan kontribusi kalor yang cukup besar dalam sistem bahan bakar campuran?

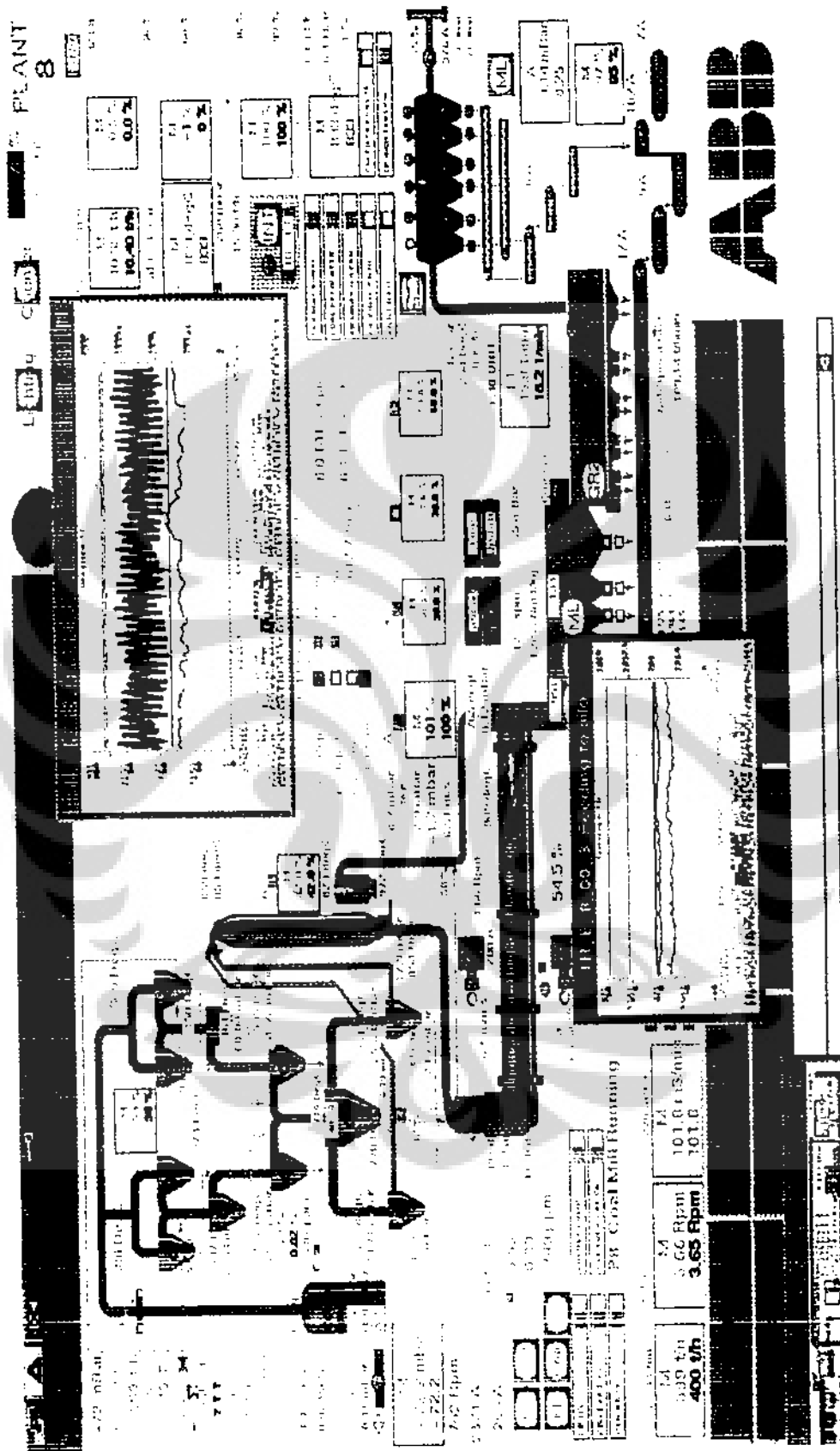
8. Sistem utilitas perusahaan memungkinkan dihasilkannya limbah yang berasal dari perawatan alat (oli bekas, lumpur minyak dari *power plant* dsb).
 - a. Apakah LB3 yang berasal dari internal perusahaan juga menjadi bagian BBA?
 - b. Jika ya, bagaimana pengaruhnya terhadap biaya pengelolaan limbah yang seharusnya harus dikeluarkan oleh perusahaan?

9. Industri semen mengembangkan pemanfaatan limbah sebagai sumber BBA.
 - a. Bagaimana peluang pemanfaatan sampah rumah tangga sebagai salah satu BBA? (akan digali peluang pengembangan olahan sampah rumah tangga sebagai salah satu sumber BBA dengan potensi pasokan yang relatif stabil karena memanfaatkan sampah domestik masyarakat sekitar)
 - b. Jika memang sudah diaplikasikan, bagaimana keuntungan-kerugiannya? (akan digali kendala variatifnya sampah rumah tangga yang menyulitkan pada saat penanganan awal serta peluang peningkatan kualitas lingkungan/aspek ekonomi dengan penggunaan olahan sampah rumah tangga ini)
 - c. Jika belum diaplikasikan, bagaimana pendapat bapak/ibu terhadap potensi BBA dari sampah rumah tangga?

Catatan Panduan Wawancara

Informan Penelitian	Nomor pertanyaan yang akan diajukan
Manajemen Perusahaan	1-9
Pemerintah Setempat	2-a, 5-a, 6-a, b, 9-a
Masyarakat	2-a, 6-a, b, 9-a
Kontraktor	2-c, 3-c, 6 a-b

Lampiran F : Gambar Kiln Plant 8



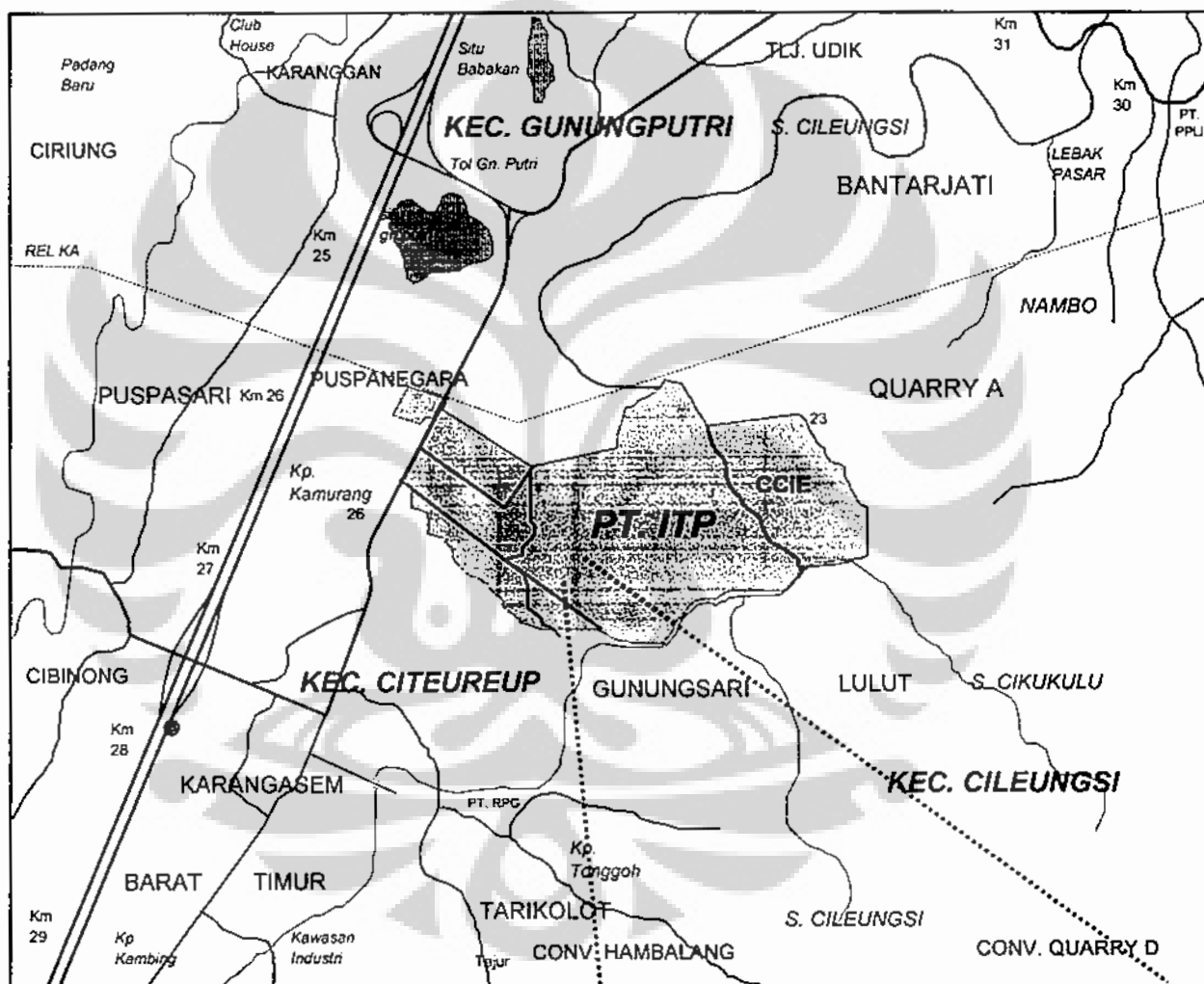
Lampiran G : Peta Lokasi PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk Citeureup



INDOCEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group

PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk.
HR & GA DIVISION
HEALTH DEPARTMENT

PLANTSITE CITEUREUP & LINGKUNGAN SEKITARNYA



Lampiran H

Daftar Informan

No	Nama	Organisasi/Instansi	Catatan
1	Agus Lidwan	Kecamatan Citeureup Jl. Mayor Oking Jayaatmaja No 107 16810	Sekretaris Camat
2	Zulkarnain Daulay	Kasubid Administrasi Perijinan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Kementerian Lingkungan Hidup RI	Bidang yang berwenang atas pengeluaran ijin lalulintas LB3
3	Wahyu Utami T	Kasubid Industri Dasar Asdep Urusan Pengelolaan B3 dan LB3 Manufaktur dan Agro Industri	Bidang ini yang berwenang terhadap penggunaan LB3 sebagai BBA
4	Ridwan Hermawan S	Senior Environment & Compliance Officer AFR Division PT Indocement - Citeureup	Mengurus sistem perijinan (aspek legal) pemanfaatan BBA jenis LB3 dan bertanggung jawab dalam AFR Project Indocement sebagai bagian dari CDM
5	Ign. Acoka Wardhana	AFR Division PT Indocement - Citeureup	Bertanggung jawab pada aspek teknis penyediaan BBA jenis LB3
6	Didik H	Quality Assurance and Research Department (Lab Coal) PT Indocement - Citeureup	Menangani pengujian terhadap jenis bahan bakar yang digunakan (batubara dan BBA)
7	Legiono	Warehouse Dept Head PT Indocement - Citeureup	Menangani penyediaan lumpur minyak internal yang berasal dari utilitas PT ITP
8	Mujiharto	Raw Material Section Chief PT Indocement - Citeureup	Menangani penyediaan biomassa sebagai BBA PT ITP
9	Yunandar	P7/8 Dept Head PT Indocement - Citeureup	Memahami proses P7/8

10	Anung Supriyadi	Head of Hazard Monitoring Section PT Indocement – Citeureup	Menangani pemantauan penggunaan BBA dan pemantauan pabrik secara keseluruhan (udara, air, tanah)
11	Dian Oktavia	Corporate Social Responsibility Department Head PT Indocement – Citeureup	Menangani CSR PT ITP termasuk diantaranya menginisiasi pemanfaatan RDF sebagai BBA
12	Heri	Pemilik Unit Pelayanan Kebersihan Citeureup Jl Baru, Citeureup	Menginisiasi pengolahan sampah rumah tangga sebagai RDF
13	Gunadi	Tokoh masyarakat Kelurahan Karangasem Barat	Memiliki usaha yang berlokasi di depan UPK Citeureup (berpotensi untuk terjadi konflik dengan pengolahan sampah domestik)
14	Syarif Hidayatullah	Lurah Karangasem Barat	Wilayahnya menjadi bagian dari program UPK Citeureup
15	Ishak Mairu	Lurah Puspanegara	Wilayahnya menjadi bagian dari program UPK Citeureup
16	Kukun Kurniawan	PT. Emulson	Kontraktor yang terlibat dalam penyediaan BBA jenis LB3
17	Budi	PT Nova Shinta	Kontraktor yang terlibat dalam penyediaan BBA jenis LB3

Daftar Informan*)

No	Nama	Organisasi/Instansi	Jenis Data
1	Amri Syafei	Lab Coal QARD PT Indocement – Citeureup	Sifat fisik-kimia bahan bakar (batubara dan BBA)
2	Budi	AFR Division PT Indocement – Citeureup	Konsumsi BBA jenis LB3
3	Wahidin	P7/8 Department PT Indocement – Citeureup	Konsumsi BBA P7/8 dan nilai kalori masing-masing BBA
4	Ign. Deni	Engineer P8 PT Indocement – Citeureup	Aspek teknis AFR <i>Project</i> P7/8
5	Lia Putriyana	Engineer P8 PT Indocement – Citeureup	Aspek teknis AFR <i>Project</i> P7/8
6	Marwoto	Central File PT Indocement – Citeureup	Detil gambar instalasi alat P8
7	Sungkono	Purchaser PT Indocement – Citeureup	Konsumsi biomassa dan data pembelian biomassa
8	Heri Purnomo	Material Handling PT Indocement - Citeureup	Sifat fisik-kimia biomassa
9	Zainuddin	HMS Section PT Indocement – Citeureup	Pemantauan tanur P8 (2007-2008)

*) Informasi dari informan tersebut di atas telah digunakan sebagai data primer pada analisis dengan perhitungan.