

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 Tungal 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 Tungal 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 Tungal 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 berlebih. 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 >1450°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 lainnya 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 Tunggal 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 Tunggal 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 Tunggal 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)

