

PRODUK BERKADAR ABU DAN SULFUR RENDAH SERTA BERNILAI KALORI TINGGI DARI PROSES AGLO MERASI AIR-MINYAK SAWITSEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET BATUBARA

Nukman*, Riman Sipahutar* dan Taufik Arief**

* Jurusan Teknik Mesin

**Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang Prabumulih km 32, Inderalaya-Ogan Ilir (30662)

Sumatera Selatan, Indonesia

e-mail: ir_nukman2001@yahoo.com

ABSTRACT

The sub-bituminous coal from Tanjung Enim were processed by using crude palm oil (CPO) as agglomerating oil. As a result, the ash and sulphur content decreased, while the calorific value increased. By adding crude palm oil, the calorific value sub-bituminous coal increased up to 17,6%. The ash content decreased to 53,7 %, the sulfur content decreased to 15,6%. The CPO has also influenced to increase the compression strength of coal briquette about 28,6 %.

Keywords: Sub-bituminous coal, agglomeration method, crude palm oil, ash – sulfur contents, calorific value

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Ada tiga jenis utama emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran batubara, yaitu, SO_x , CO dan NO_x . Salah satu jenis dari teknologi batubara bersih (*Clean Coal Technology*) adalah usaha membersihkan permukaan batubara dari kotoran-kotoran yang berpotensi menjadi pencemar. Secara langsung proses ini dapat menurunkan kadar abu dan kadar sulfur pirit dalam batubara. Proses pembersihan ini dikenal dengan proses pencucian batubara [1] atau disebut proses aglomerasi air-minyak.

Abu dari hasil pembakaran batubara ada tiga jenis yaitu; abu terbang (*fly ash*), abu tertinggal (*bottom ash*) dan abu tertinggal di ketel uap sebagai pengotor (*boiler slag*). Ada sejumlah elemen yang berpotensi menjadi racun yang ditemukan pada abu terbang [2].

Kandungan sulfur dalam batubara apabila dibakar akan berubah menjadi oksida sulfur [3]. Oksida sulfur (SO_x) ini akan menjadi H_2SO_4 (asam sulfat) dalam udara lembab atau berair, dan bila jatuh ke bumi akan menjadi hujan asam dan menimbulkan dampak negatif terhadap manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan [4]. Sulfur di dalam batubara dapat berbentuk senyawa organik atau anorganik seperti pirit, markasit dan sulfat. Kadar sulfur

dalam batubara cukup bervariasi, biasanya sekitar 0,5 – 5,0% [1].

Parameter kualitas batubara lainnya yang digunakan sebagai klasifikasi adalah nilai kalori, yang dianggap sebagai jumlah panas pembakaran dari material yang dapat dibakar [5].

Usaha pengurangan kadar abu dan unsur sulfur pada batubara dan juga merupakan usaha menaikkan nilai kalori batubara diharapkan dapat memberikan nilai tambah yang mirip dengan batubara kualitas tinggi.

Diharapkan hasil proses aglomerasi air-minyak ini akan dapat digunakan sebagai bahan baku briket batubara yang lebih baik daripada briket batubara yang ada saat ini. Karena proses ini memakai minyak sawit mentah sebagai media minyaknya, maka proses ini disebut sebagai proses aglomerasi air-minyak sawit mentah.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Ada beberapa landasan tujuan untuk memakai hasil pencucian dengan proses metoda aglomerasi air-minyak sawit sebagai bahan baku pembuatan briket.

Pertama, karena emisi gas buang hasil pembakaran batubara harus seminimal mungkin jumlahnya dan berada di bawah ambang batas yang diizinkan. Kedua, diharapkan dari pengembangan lebih lanjut dari briket batubara adalah kemampuan sifat bakarnya (antara lain



nilai kalori) semaksimal mungkin, sehingga mendekati nilai bakar dari bahan bakar yang digantikannya, semisal bahan bakar minyak bumi. Ketiga, pemanfaatan teknologi yang ada dapat mendukung proses pembuatan briket yang lebih baik, dimana dengan proses ini dapat meningkatkan parameter (mutu) dari batubara *low rank* menjadi setara dengan *high rank*.

Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa kadar abu dan kadar sulfur seharusnya dikurangi kadarnya sehingga dapat mengurangi dampak dari proses pembakarannya. Dilain pihak dengan pengurangan kadar abu pada batubara, dapat meningkatkan nilai kalorinya. Untuk itu, proses pengurangan kadar abu akan dapat berpengaruh terhadap perubahan nilai kalori batubara.

Ukuran butir sampel pada penelitian terdahulu 20, 40 dan 60 *mesh*. Penurunan kadar abu dan sulfur dan peningkatan nilai kalori sangat dipengaruhi besar ukuran butir ini. Pembuatan briket batubara umumnya memakai ukuran butir batubara maksimal 30 *mesh*. Dalam briket batubara tersebut terkandung juga ukuran butir yang lebih kecil yaitu ukuran sampai dengan 70 *mesh* dan terkadang lebih daripada itu. Hal ini terjadi karena, dari hasil penggerusan batubara pada mesin penggerus dibatasi ukurannya maksimum 30 *mesh* dan ukuran lebih kecil termasuk didalamnya. Sehingga ukuran butir batubara untuk briket adalah campuran dari sejumlah ukuran butir batubara dengan ukuran maksimal 30 *mesh* dan akan dibatasi hingga minimal 70 *mesh*. (Lolos saringan 30 *mesh* dan tidak lolos 70 *mesh* disebut sebagai 30-70 *mesh*).

Sehingga dengan demikian nantinya akan didapat suatu briket batubara dengan ukuran butiran maksimal 30 *mesh* dengan bahan batubara *rank* rendah berkadar abu dan sulfur rendah dan memiliki nilai kalori setara atau lebih besar daripada batubara *rank* tinggi. Dapat dikatakan bahwa penelitian akan menghasilkan produk berupa briket ramah lingkungan dengan nilai kalori tinggi.

Dengan demikian nantinya penelitian ini akan memberikan hasil optimum bagi pencucian batubara dengan proses aglomerasi air-minyak sawit. Dengan penelitian ini juga diharapkan dapat dipahami mekanisme pembuatan briket yang memanfaatkan CPO sebagai perekat (*binder*) yang menggantikan tanah lempung dan tapioka dalam pembuatan briket umumnya.

2. Tinjauan Pustaka

Manfaat Batubara Bersih

Batubara mengandung abu dan sulfur yang akan mengganggu lingkungan kehidupan apabila dibakar. Oleh karena itu sebaiknya diupayakan batubara bersih dari abu dan sulfur. Beberapa masalah gangguan abu dan sulfur terhadap lingkungan adalah sebagai berikut:

- **Abu:**

Abu batubara adalah bahan mineral yang tidak dapat dibakar. Dilihat dari asal terjadinya abu, terdapat dua

jenis [6], yaitu: *inherent*: abu yang berhubungan dengan tumbuhan asal pembentukan batubara, abu ini tidak dapat dihilangkan atau dicuci. *Extraneous*: yang terdapat di antara lapisan batubara, berupa batu pasir, lempung atau batu gamping, bahan-bahan ini dapat dihilangkan dengan pencucian. Kandungan abu berkisar antara 5 sampai dengan 35% dan hampir tidak dapat diprediksi jumlahnya dibanding dengan materi lain [7].

Penelitian di China [8] dan [9], menunjukkan bahwa abu dari pembakaran batubara yang mengandung kadar *fluor* tinggi dapat mengakibatkan timbulnya beberapa jenis penyakit kulit antara lain kanker kulit dan kelainan genetika pada manusia.

- **Sulfur:**

Sebagai pencemar, gas buang berupa gas asam seperti SO_2 , SO_3 dan NO_x didapat dari pembakaran langsung batubara [10].

Pada saat pembakaran batubara, senyawa sulfur dalam batubara terkonversi menjadi sulfur oksida (umumnya SO_2) yang sebagian besar (90%) terbawa aliran gas buang ke udara bebas. Ada enam daerah tambang di Indonesia, yaitu Banjarsari (Sumsel), Kitadin (Kaltim), Tanito Harum (Kaltim), Ombilin (Sumbar), Bukit Sunur (Bengkulu), dan Adaro Wara (Kalsel) yang batubaranya mengandung kadar sulfur rendah sehingga emisi gas $SO_2 < 750 \text{ mg/m}^3$, dan ini memenuhi standar emisi gas buang SO_2 , [3].

Teknologi Batubara Bersih

Teknologi Batubara Bersih dimaksudkan untuk mengurangi dampak lingkungan akibat pembakaran batubara. Teknologi batubara bersih ini dapat memberikan solusi agar batubara yang dibakar dapat lebih ramah terhadap lingkungan. Dampak langsung pembakaran batubara adalah asap yang dihasilkan dapat menyebabkan timbulnya hujan asam, dan bila terhisap langsung akan menyebabkan penyakit paru. Sedangkan abu yang terbang akan menempel pada permukaan tanah dan tanaman, sehingga akan menyebabkan terjadinya perubahan terhadap kelangsungan hidup tanaman. Khusus bagi manusia akan menyebabkan penyakit kulit dan mutasi genetika.

Teknologi batu bara bersih dapat mereduksi emisi-emisi dari sulfur oksida, nitrogen oksida, dan polutan lainnya, mulai dari tambang batubara ke pembangkit tenaga listrik yang memakai batubara sebagai pembakar atau pabrik-pabrik lainnya.

Dalam penelitian ini dilakukan teknologi pembersihan sebelum pembakaran, yaitu dengan pencucian batubara, yang dikenal sebagai metode aglomerasi. Media aglomerasi yang digunakan adalah campuran air dengan minyak sawit mentah.

Sebelum penelitian ini dilakukan, minyak sayur (*vegetable oils*) seperti minyak bunga matahari dan kacang kedelai dipakai sebagai media aglomerasi untuk membersihkan batubara *Spanish High Rank*. [11].

Sedangkan minyak diesel, minyak bakar, dan ketiga



jenis minyak lainnya dipakai sebagai media aglomerasi untuk mencuci enam jenis batubara di Amerika Serikat. Abu yang dapat dibuang tertinggi 50% untuk lignit, dan 15 sampai 20% untuk sub bituminus. [10].

Colza oil dipakai untuk aglomerasi tiga jenis batubara Spanyol. Hasil aglomerasinya ternyata menurunkan resiko pembakaran spontan pada penimbunan (*dump*) batubara. [12].

Penelitian [13], kandungan abu batubara dari Todongkurah, Sulawesi Selatan dengan proses aglomerasi dengan memakai minyak diesel 5, 10 dan 15%. Air, minyak diesel dan fraksi batubara diaduk selama 15 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa abu batubara tersebut maksimum menjadi 7,69% dari kadar sebelumnya 8,80 % untuk ukuran fraksi – 60 + 80 (*mesh*) dan persen berat minyak diesel sebesar 15%.

Penelitian yang dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa minyak sayur (*vegetable oils*) adalah sumber energi yang tidak berpolusi dan bebas kadar sulfur, nitrogen dan logam serta memperhitungkan bahwa minyak ini sumber energi yang terbarukan telah dilakukan [14] dengan memakai batubara sisa buangan yang tidak dipakai untuk pembangkit listrik (*power plant*) dengan metode aglomerasi air-minyak sayur (minyak zaitun dan minyak bunga matahari). Hasil proses berupa aglomerat dengan maksimum kadar abu dapat dibuang adalah 48%.

Minyak Sawit.

Kelapa sawit adalah tumbuhan tropis yang merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang tinggi yang dapat dibuat menjadi minyak nabati. Minyak sawit yang didapat dari pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu jenis minyak nabati yang merupakan salah satu sumber energi terbarukan.

Minyak sawit mentah dalam penelitian ini digunakan sebagai media aglomerasi, yang dicampur air, untuk menurunkan kadar abu dan sulfur di dalam batubara.

Indonesia merupakan salahsatu negara produsen utama minyak sawit. Minyak sawit kasar/mentah (*Crude Palm Oil – CPO*) berwarna merah jingga yang disebabkan oleh adanya karotenoid [15]. Minyak sawit bersifat setengah padat pada temperatur kamar, dengan titik cair antara 40 - 70°C. Sifat fisiko-kimia minyak sawit meliputi antara lain warna, bau dan *flavor*, kelarutan, titik cair, titik didih, titik pelunakan, berat jenis, titik asap, titik nyala dan titik api [16]. Minyak goreng sawit adalah minyak yang telah mengalami proses pemurnian yang meliputi *degumming*, pemucatan, dan deodorisasi. Secara umum komponen utama minyak adalah asam lemaknya, karena asam lemak menentukan sifat kimia maupun stabilitas minyak [16]. Yang menarik dari minyak sawit adalah titik nyalanya (*flash point*) 243°C dengan kadar sulfur nol persen dan kadar air kurang dari 0,3% [17]. Sedangkan batubara mempunyai temperatur (titik) penyalaaan antara 400 sampai dengan 600°C [18].

Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian sebelumnya [19] setiap sampel diberi kode identifikasi: XxPyQz, dengan pengertian:

Setiap sampel diberi kode identifikasi: XxPyQz, dengan pengertian:

Xx = jenis batubara (X = SA-semi antrasit; B-bituminus; dan SB- sub-bituminus: dengan ukuran, x = 20, 40 dan 60 *mesh*);

Py = jumlah padatan batubara (y gram batubara per 100 gram cairan aglomerat, dengan y = 5, 10 dan 15 %);

Qz = minyak sawit (Q = S) atau sawit mentah (Q = C) dalam jumlah z % relatif terhadap berat batubara (z = 5, 10 dan 15%).

Dari rencana ukuran partikel batubara yang diteliti 20, 40 dan 60 *mesh*, ternyata partikel 20 *mesh* batubara sub-bituminus dan semi-antrasit tidak dapat dijadikan aglomerat.

Hubungan Kadar Karbon dan Nilai Kalori

Pada umumnya usaha untuk meningkatkan nilai kalori batubara dilakukan dengan cara karbonisasi batubara. Dimana dengan cara ini sejumlah batubara dibakar dengan oksigen terbatas. Selama pengarbonan ini sejumlah material menjadi terbuang dan ini merupakan suatu kerugian masa. Atau dengan kata lain bahwa terjadi peningkatan % karbon seiring dengan menurunnya %Air, %Vm dan %abu. Hal ini dapat dipahami karena perumusan seperti berikut: %Karbon = 100% - %air - %Vm - %abu. Sehingga klasifikasi *rank* batubara menunjukkan bahwa menurunnya kadar air dalam batubara yang juga diikuti dengan meningkatnya kadar karbon akan menaikkan *rank* batubara, yang berarti naiknya nilai kalori (Nukman, 2004). Berkurangnya *volatile matter* karena ikut terbakar, menyebabkan kokas susah terbakar, karena sebagian unsur dari *volatile matter* ini adalah gas yang mudah terbakar [20].

Pengaruh Aglomerasi terhadap Nilai Kalori

Batubara semi-antrasit (SA_{tc}) mengandung kadar karbon tertinggi (80,6%), disusul oleh bituminus (B_{tc}) (70,1%), dan yang paling rendah adalah sub-bituminus (SB_{tc}) (46,3%) [21]. Setelah melalui proses aglomerasi terjadi penurunan kadar karbon untuk ketiga jenis batubara tersebut, dan ini diikuti dengan meningkatnya nilai kalori. Juga dapat dilihat bahwa hasil dari proses aglomerasi memperlihatkan perubahan kadar *volatile matter* yang diikuti dengan perubahan kadar karbon. Telah didapa bahwa, nilai kalori tertinggi hasil pengukuran adalah semi-antrasit (7885 kkal/kg), disusul bituminus (7594 kkal/kg), dan yang terendah adalah sub-bituminus (6453 kkal/kg). Akibat proses aglomerasi ini, penurunan kadar karbon tidak menyebabkan nilai kalori batubara menurun, melainkan justru meningkat.

Secara umum dapat diamati bahwa semakin kecil ukuran partikel batubara dan semakin besar persentase



minyak yang digunakan, akan menyebabkan kadar karbon semakin menurun tetapi nilai kalorinya meningkat. Hal ini dapat dimengerti, karena semakin kecil ukuran partikel akan menyebabkan semakin besar kontak permukaan batubara dengan cairan aglomerat. Dengan demikian maka jumlah minyak yang diserap batubara semakin besar pula. Karena nilai kalori minyak sawit lebih tinggi daripada batubara, maka nilai kalori batubara menjadi meningkat, karena kehadiran minyak sawit yang menempel pada batubara.

Dapat dikatakan bahwa nilai kalori batubara semi-antrasit yang telah mengalami proses aglomerasi naik rata-rata sekitar 4,3% [21], tidak tergantung kepada kadar maupun jenis minyak aglomerat, meskipun kadar abunya menurun sesuai dengan penambahan kadar minyak aglomerat. Hal ini kemungkinan karena turunnya nilai kalori batubara semi-antrasit yang disebabkan oleh turunnya kadar karbon dikompensasi oleh kenaikan nilai kalori akibat hadirnya minyak sawit yang bernilai kalori lebih tinggi daripada batubara ini.

Untuk batubara bituminus, proses aglomerasi dengan media minyak sawit, menyebabkan nilai kalori naik secara acak menjadi antara 7650 sampai 8020 kkal/kg, dibandingkan dengan nilai kalori batubara yang tidak mengalami proses aglomerasi (7594 kkal/kg). Sedangkan kadar karbonnya turun dari semula 70,1% menjadi bervariasi antara 66,9 hingga 61,7%. Nilai kalori setinggi (8018 ± 3) kkal/kg (kenaikan sekitar 5,6%) dicapai oleh sampel dengan ukuran partikel 60 mesh.

Bila di proses aglomerasi dengan media sawit mentah, nilai kalori akan meningkat secara acak menjadi antara 7967 sampai 8286 kkal/kg. Kadar karbonnya bervariasi antara 60,5% hingga 68,6%. Nilai kalori setinggi (8226 ± 51) kkal/kg (meningkat sekitar 8,3%) dicapai oleh sampel dengan ukuran partikel 60 mesh.

Ternyata sawit mentah sebagai cairan aglomerat juga dapat meningkatkan nilai kalori batubara bituminus semakin tinggi, apabila ukuran butir partikel batubara semakin kecil. Peningkatan kadar sawit mentah akan menurunkan kadar karbon batubara. Sawit mentah secara rata-rata mampu meningkatkan nilai kalori batubara bituminus sedikit lebih tinggi daripada minyak sawit, dengan tingkat penurunan kadar karbon yang sama.

Pada batubara sub-bituminus, nilai kalori batubara cenderung meningkat secara linier terhadap penurunan kadar karbon akibat proses aglomerasi. Tidak seperti pada semi-antrasit, batubara bituminus dan sub-bituminus meningkat nilai kalorinya, apabila kadar minyak aglomeratnya naik. Hal ini disebabkan karena dua jenis batubara yang terakhir ini nilai kalorinya lebih rendah daripada semi-antrasit. Dengan perbedaan nilai kalori yang cukup besar antara kedua jenis batubara ini dengan nilai kalori minyak aglomerat, maka setiap penambahan kadar minyak aglomerat akan menyebabkan kenaikan nilai kalori batubara secara

signifikan.

Dalam penelitian ini, telah terjadi penurunan kadar karbon dan hasil pengukuran menunjukkan nilai kalori batubara selalu meningkat. Hasil pengamatan ini menunjukkan adanya fenomena yang belum pernah teramati sebelumnya. Namun sebelumnya telah diamati terjadinya kenaikan kadar karbon 2,35% dan kenaikan nilai kalori 3,21%, apabila batubara bituminus dicuci dengan alat *Baum Jig*. [22].

Melihat tingkat kestabilan dimana bentuk penurunan kadar karbon yang diikuti kenaikan nilai kalori pada [21] yang cenderung membentuk kelompok garis linier, maka penelitian yang diajukan ini berfokus pada batubara sub bituminus.

Dari grafik hubungan antara kadar abu yang tercapai dengan nilai kalorinya [21]. SB40P10C5 adalah aglomerat sub bituminus dengan ukuran partikel 40 mesh yang mempunyai kadar abu terendah dengan nilai kalori tertinggi. Sedangkan untuk ukuran 60 mesh, maka SB60P10C5 mempunyai kadar abu terendah dengan nilai kalori tertinggi. Kadar abu maksimum yang dapat dibuang adalah 56,3%. Telah disimpulkan bahwa jumlah persen sawit mentah sebesar 5 % dapat menghasilkan nilai kalori yang tertinggi dan kadar abu terendah.

Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, maka terlihat bahwa penelitian ini telah mampu meningkatkan nilai kalori yang cukup besar dan kadar abu yang lebih rendah [19]. Dengan alat yang sama, [10], menurunkan kadar abu maksimum batubara sub bituminus sebesar 28,6%, sedangkan [23] mampu menurunkan kadar abu sub bituminus sebesar 39,2%. Penelitian oleh [13] menurunkan kadar abu batubara sub bituminus sebesar 44,8 %.

Pengaruh Kadar Abu terhadap Kadar Sulfur

Dari gambar [21] memperlihatkan hasil optimum yang dicapai dalam mendapatkan kadar abu dan sulfur yang terendah. Telah disimpulkan bahwa sampel SB60P10C5 adalah sampel terbaik bila kadar sulfur minimum yang diinginkan, tetapi bila kadar abu yang dipertimbangkan, maka sampel SB40P10C5 adalah pilihan terbaik.

Penurunan kadar abu dengan metode aglomerasi air minyak sawit ini ternyata lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh [10] maupun [13]. [10], hanya dapat menurunkan maksimum 20% kadar abu untuk batubara sub bituminus dengan metode dan dengan jenis alat yang sama, tetapi menggunakan minyak diesel sebagai medianya. Sedangkan [13] melakukan pencucian dengan memasukkan partikel batubara sub bituminus ke dalam gelas *backer*. Minyak sawit mentah, berpengaruh lebih besar terhadap penurunan kadar abu bila dibandingkan dengan minyak diesel dan lainnya.



3. Metode Penelitian

Preparasi Material Sampel Batubara

Bahan baku material batubara diambil dari PT. Tambang Batubara, Tbk (perseroan), Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jenis batubara yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah Sub Bituminus. Batubara dihancurkan dalam ukuran minimal 5 mm dengan *Jaw Crusher*.

Kemudian dilakukan proses homogenisasi yaitu proses untuk menyetarakan sifat-sifat material. Proses homogenisasi ini dilakukan dengan cara menebarkan butiran batubara di lantai dan membaginya dalam beberapa bagian/kelompok. Kelompok ini masing-masing dibalik pada tempatnya kemudian mereka dibalikkan ke arah sumbu Y dari posisi kita hingga akan terdapat gundukan baru. Dari gundukan ini ditebarkan lagi dan dilakukan dengan cara sebelumnya sehingga beberapa kali dan pada akhirnya diharapkan didapat batubara yang homogen.

Batubara kemudian dibagi dua, satu disimpan dan satunya lagi digerus hingga didapat partikel berukuran lolos saringan 30 mesh dan tak lolos saringan 70 mesh. Masing-masing kemudian di bagi dua, dimana satu bagian disimpan sedangkan satunya lagi siap dipakai untuk diproses lebih lanjut. Lihat gambar 1.

Batubara Sub Bituminus di analisis proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter*, kadar karbon tertambat adalah sisa dari perhitungan langsung dari pengurangan 100% - kadar air - kadar abu - kadar *volatile matter*. Selain itu akan dianalisis kadar sulfur.

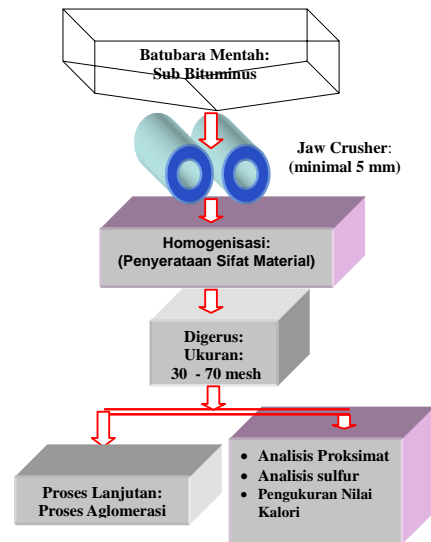
Untuk kemudahan dalam penelitian ini, maka sampel-sampel akan dikodifikasi seperti penelitiannya. Perbedaan dengan penelitian terdahulu, adalah banyaknya butir atau partikel batubara yang akan dicuci untuk sekali proses adalah 1 kg dan 1,5 kg. Banyaknya air yang diperlukan adalah 5 liter. Sedangkan jumlah minyak yang dipakai disesuaikan dengan variabel perlakuan.

Setiap sampel diberi kode identifikasi: SB/Py/Cz, dengan pengertian:

SB = jenis batubara Sub-Bituminus: dengan ukuran = -30 + 70 mesh.

Py = jumlah padatan batubara (y gram batubara per 1000 gram air, dengan y = 5 dan 7,5 %);

Cz = minyak sawit mentah (C = CPO) dalam jumlah z % relatif terhadap berat batubara (z = 5 dan 10%).



Gambar 1: Diagram Alir Preparasi Bahan Baku Sampel Batubara

Media Minyak Aglomerasi.

Jenis minyak sawit yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu minyak sawit mentah atau disebut CPO (*Crude Palm Oil*). Karena minyak ini masih banyak mengandung kotoran lain semisal abu dan sedikit serat kulit, maka minyak ini terlebih dahulu disaring dengan kain bersih.

4. Prosedur dan Alat yang digunakan.

a. Aglomerasi Air-Minyak Sawit

Metode aglomerasi air-minyak adalah suatu teknik yang efektif untuk mengembalikan (*recovery*) dan mengeliminasi abu dari batubara. Proses aglomerasi mampu mengolah batubara jenis antrasit, sub bituminus maupun bituminus. Metode ini merupakan pencucian secara kimia, yaitu dengan cara menambahkan media pemisah yang berupa cairan. Abu dan sulfur dapat terpisah dari batubara berdasarkan perbedaan tegangan permukaan.

Aglomerasi minyak dapat digunakan untuk menghasilkan suatu padatan, produk kental yang digabung dari berbagai ukuran partikel batubara, yang disebut sebagai aglomerat. Tiap aglomerat dapat mengandung *fragment* (bagian-bagian kecil) batubara yang bervariasi pada bentuk ukuran sebesar 2 mm sampai partikel sangat halus dengan ukuran beberapa mikrometer, dan akan memiliki kekuatan melekat yang cukup besar untuk tetap utuh. Metode aglomerasi ini dapat diterapkan karena sifat *lipophilic* (*oil loving*) dan *hydrophobic* (*water hating*) dari permukaan batubara [24]. Material yang tenggelam pada media air merupakan bahan buangan, sedangkan material yang mengapung pada media yang sama (air) adalah batubara yang bersih [25].



Sulfur dalam bentuk anorganik terdapat pada permukaan batubara dan sulfur ini bersama abu merupakan elemen-elemen impurities (kotoran pengganggu).

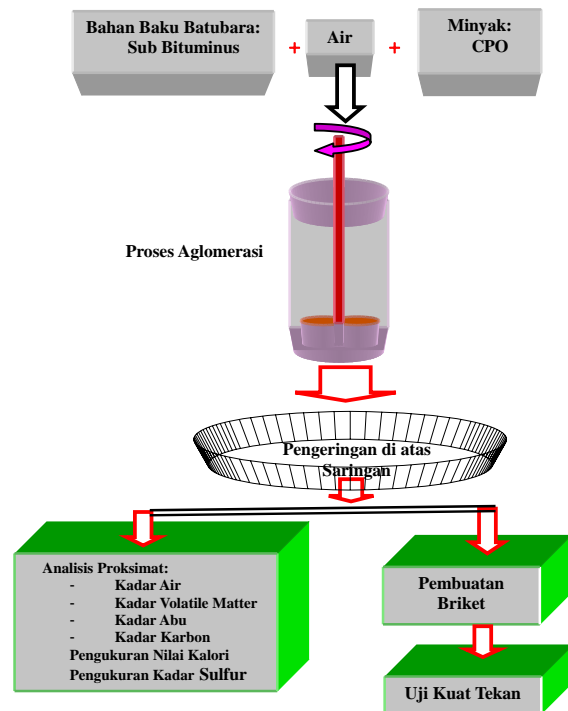
Karena partikel-partikel batubara pada dasarnya *hydrophobic*, mereka dapat dibuat menjadi aglomerat dalam bentuk campuran batubara minyak. Pada sisi lain, partikel-partikel mineral yang *hydrophilic* (yang menjadi sumber kadar abu dan sulfur pada batubara) tidak dipengaruhi dan tetap bertahan dalam air. Karena partikel-partikel aglomerat batubara lebih besar daripada partikel mineral, maka mereka dapat dipisahkan. Dengan adanya minyak saat pencucian, mengakibatkan air bercampur abu tidak akan melekat lagi ke permukaan batubara.

Diagram Alir Proses Aglomerasi seperti pada gambar 2. Dalam penelitian ini proses aglomerasi dilakukan dengan menggunakan tabung silinder berdiameter 12 inci dan tinggi 20 inci. Tabung dilengkapi dengan stir yang dapat diputar pada kecepatan 1450 rpm. Silinder dan stir dibuat dari baja tahan karat. Sebagai pemutar dipakai mesin bor (*drilling machine*), poros stir dihubungkan langsung ke penjepit mata bor. Partikel batubara dimasukkan ke dalam tabung silinder yang sebelumnya telah diisi dengan air sebanyak 5 liter. Air dan partikel batubara diaduk dengan stir pada putaran mesin 1450 rpm selama 15 menit. Pada awal menit kelimabelas, sejumlah minyak dimasukkan kedalam silinder dan mesin tetap diputar selama lima menit. Putaran stir dihentikan pada akhir menit kedua puluh. Aglomerat yang terbentuk diambil, kemudian dikeringkan selama 24 jam di atas saringan, agar air yang terikat dapat dibuang.

Untuk pengukuran atau analisis proksimat dan kadar sulfur serta nilai kalori, hasil proses aglomerasi yang merupakan campuran butiran halus batubara, sedikit air dan minyak, dipanaskan pada temperatur 110° C selama dua jam, yang tujuannya untuk meminimasi kadar air yang merupakan kadar *inherent moisture* (air di dalam pori-pori). Atau dapat dilakukan dengan cara dikeringkan di atas saringan yang didiamkan selama 24 jam. Pengukuran dilakukan pada kondisi *air dry basic* (adb).

b. Analisis Proksimat.

- *Air Oven* digunakan untuk memanaskan sampel dengan berat 1 gram yang berada di dalam botol gelas timbang. *Air oven* digunakan untuk mengukur kadar air dengan mengacu kepada ASTM D3173.
- *Muffle furnace* digunakan untuk mengukur kadar abu yang ditimbang seberat 1 gram dalam *ash vessel* dengan mengacu kepada ASTM D3174. Furnace ini juga dipakai untuk mengukur kadar *volatile matter* yang berat sampelnya 1 gram yang diletakkan dalam *crusible* dengan acuan ASTM D3175.



Gambar 2: Diagram Alir Proses Aglomerasi

c. Nilai Kalori

Pengukuran nilai kalori dilakukan terhadap 1 gram sampel dengan alat *bomb calorimeter* dengan mengacu pada ASTM D5865.

d. Kadar Sulfur

Kadar sulfur total diukur dengan alat *Bomb Washing*, sampel yang diperlukan seberat 5 gram dan pengukuran ini mengacu kepada ASTM D4239.

● Pembuatan Briket

Briket yang akan dibuat memakai mesin pembuat briket hasil rancang bangun dari PT PINDAD Bandung. Bentuk yang dipakai dalam pembuatan briket ini adalah bentuk silinder. Bentuk ini mempunyai distribusi tekanan yang lebih merata dipermukaan atas dan bawah dibanding bentuk telur.

● Uji Kuat Tekan

Alat penguji kuat tekan ini akan dibuat khusus untuk ini. Rancang bangun alat uji ini merupakan penyempurnaan dari alat sejenis yang ada di PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk, Tanjung Enim. Menurut peraturan pemerintah, maka kuat tekan dari briket batubara telah ditetapkan sebesar minimal 20 kg/cm² [26]. Sehingga, besar tekanan yang diberikan pada saat pembentukan briket harus dapat memenuhi syarat uji tersebut.



5. Hasil dan Pembahasan

Analisa Proksimat

Dari pengamatan pengukuran proksimat telah didapat data-data sebagai terlihat pada tabel 1 berikut. Persentase karbon (% C) adalah selisih dari 100% - % (Air+Vm+Abu).

**Tabel 1: Analisa Proksimat:
Batubara Sub Bituminus Mesh 30-70 (Padatan
/CPO:SBPyCz)**

No.	Kode	% Air	% VM	% Abu	% C
1	SBP5C5	5.86	46.69	3.32	44.13
2	SBP7,5C5	5.76	47.82	3.48	46.42
3	SBP10C5	6.37	48.57	4.04	41.02
4	SBP5C10	4.58	54.64	3.01	37.77
5	SBP7,5C10	5.19	48.63	4.62	41.56
6	SBP10C10	5.20	49.72	5.03	40.05
7	SBP5C15	5.17	50.05	4.16	40.62
8	SBP7,5C15	5.24	49.28	4.63	40.85
9	SBP10C15	5.15	48.69	4.19	41.97
10	SBtc	3,58	43,65	6,5	46,27

Analisa Persentase Sulfur, Nilai Kalori dan Kuat Tekan Briket

Pengamatan Kadar Sulfur dan Nilai Kalori dilakukan sesuai dengan standar ASTM sedangkan pengukuran Kuat Tekan dilakukan terhadap 10 macam padatan dengan masing-masing padatan terdiri dari empat sampel. Nilai yang tertera adalah nilai rata-rata (lihat tabel 2).

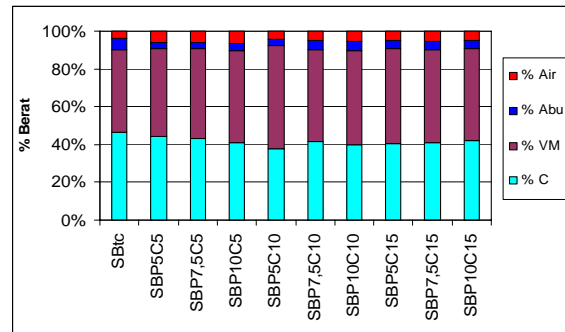
**Tabel 2: Analisa Kadar Sulfur, Nilai Kalori dan Kuat Tekan:
Batubara Sub Bituminus Mesh 30-70 (Padatan
/CPO:SBPyCz)**

No.	Kode	Sulfur (%)	Nilai Kalori (kkal/kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	SBP5C5	0,29	7194	21
2	SBP7,5C5	0,29	7504	20,2
3	SBP10C5	0,3	7292	20,5
4	SBP5C10	0,27	7833	21
5	SBP7,5C10	0,28	7434	20
6	SBP10C10	0,29	7565	19,5
7	SBP5C15	0,29	7530	20
8	SBP7,5C15	0,28	7480	21
9	SBP10C15	0,29	7638	21
10	SBtc	0,32	6453	15

Pembahasan

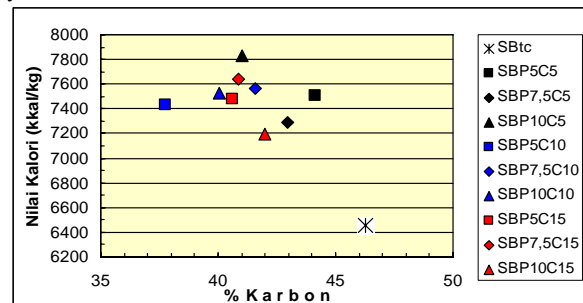
Dari gambar 3, dapat dilihat bahwa kadar karbon batubara sub bituminus menurun setelah mengalami pencucian aglomerasi sebaliknya terjadi peningkatan kadar *volatile matter*. Penambahan air pada muka batubara akibat pencucian terlihat cukup signifikan, dimana setelah mengalami pemanasan sebelum analisa kadar air, maka kadar air dari hasil proses aglomerasi ini

tetap menunjukkan adanya bertambahnya kadar air. Namun yang menguntungkan dalam hal ini, adalah berkurangnya kadar abu serta penambahan kadar *volatile matter*. Kadar air yang meningkat mengakibatkan dibutuhkannya energi awal yang lebih untuk membakar batubara. Tetapi sebaliknya, penambahan kadar *volatile matter* lebih menguntungkan, karena *volatile matter* ini terdiri dari bermacam gas yang mudah terbakar, sehingga bila *volatile matter* berkurang akan berakibat sulitnya batubara membara. Hasil ini menunjukkan kesamaan dengan penelitian terdahulu. [20].



Gambar 3: Perbandingan kadar air, abu, *volatile matter* (VM) dan karbon pada batubara dan Sub Bituminus (SB) sebelum dan sesudah mengalami proses aglomerasi dengan air-sawit mentah (C), pada ukuran partikel batubara 30-70 mesh.

Pada penelitian sebelumnya [21], meningkatnya kadar karbon pada batubara akan meningkatkan nilai kalori. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian ini. Dari gambar 4 terlihat bahwa batubara yang dicuci dengan air-minyak sawit mentah, SBP10C5 telah mengalami peningkatan nilai kalori yang sangat besar, yaitu sebesar 17,6 %.

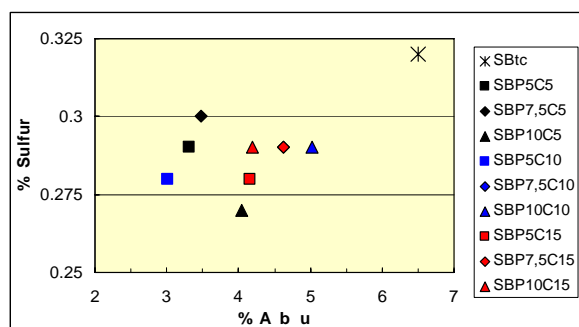


Gambar 4: Hubungan antara Nilai Kalori dengan Kadar Abu yang dicapai Batubara Sub Bituminus Ukuran Partikel 30-70 mesh. SBtc adalah batubara yang tidak dicuci.

Dibandingkan dengan [21] tersebut ternyata untuk ukuran butir 30-70 mesh ini, nilai kalori meningkat cukup besar, dimana dari penelitian sebelumnya hanya 11%.



Seperti diketahui bahwa, sulfur dan abu adalah unsur polutant dalam pembakaran batubara. Sulfur dalam bentuk gas SO_2 hasil pembakaran akan menyebabkan hujan asam, sedangkan abu adalah unsur pengotor, baik abu terbang maupun abu tertinggal. Batas terkecil persentase sulfur dalam perniagaan batubara adalah 0,5 %. Sehingga sebetulnya penurunan kadar sulfur dalam penelitian ini sangat menguntungkan, karena walau batubara tanpa cuci (SBtc) mempunyai kadar 0,32 %, dan terendah kadar sulfur yang dicapai adalah 0,27 % (SB P10 C5) (persentase penurunan kadar sulfur sebesar 15,6 %), keduanya kurang dari 0,5 %. (Lihat gambar 5). Melihat hal ini, maka pertimbangan kadar abu menjadi lebih dominan, kadar abu terendah adalah pada SBP5C10, disini penurunan kadar abu maksimum adalah 53,7 %.



Gambar 5: Hubungan antara Kadar Abu dengan Sulfur untuk batubara Sub Bituminus Ukuran Partikel 30-70 mesh. SBtc adalah batubara yang tidak dicuci

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum hasil pengukuran untuk briket batubara yang dibuat adalah 21 kg/cm^2 . Kuat tekan ini lebih tinggi dari yang dipersyaratkan oleh pemerintah yaitu sebesar 20 kg/cm^2 . Dibandingkan dengan batubara yang tidak dicuci maka dengan adanya CPO, maka kekuatan tekan meningkat menjadi 28,6 %.

Kesimpulan

Penelitian dengan menggunakan batubara sub bituminus ini memberikan beberapa kesimpulan:

1. Besar butir batubara 30-70 mesh tidak memberikan pengaruh berbeda dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan masing-masing 20, 40 dan 60 mesh.
2. Nilai kalori dari hasil penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih besar yaitu peningkatan 18 % dibandingkan dengan penelitian sebelumnya sebesar 11%.
3. Kadar sulfur tidak menjadi patokan untuk memilih bahan briket, karena kadar sulfur ini menurunnya tidak begitu besar dan masih dalam nilai sesuai yang

dipersyaratkan dalam perniagaan batubara. Sehingga kadar abu menjadi lebih penting untuk diperhatikan.

4. Briket dengan kuat tekan sebesar 21 kg/cm^2 , adalah briket yang menjadi pilihan terbaik dalam penelitian ini. Hal ini tercermin dari hasil pengukuran nilai kalori terbesar, kadar abu terendah, kadar sulfur terendah dan kuat tekan yang cukup baik.

Ucapan Terimakasih

Penelitian berjudul: Produk berkadar abu dan sulfur rendah serta bernilai kalori tinggi dari proses aglomerasi air-minyak sawit sebagai bahan baku briket batubara ini dibiayai dari Dana Hibah Bersaing Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor Kontrak: 008/SP2H/PP/DP2M/III/2008 tanggal 6 Maret 2008.

Dengan segala kerendahan hati, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak Dirjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan bantuan pendanaan penelitian ini. Penelitian ini sebagian besar dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, untuk itu peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada teman-teman dosen dan mahasiswa yang telah berminat dan membantu dalam bidang peningkatan mutu pemakaian batubara. Bahan baku diambil dari PT. Tambang Batubara, Tbk (perseroan) Tanjung Enim Sumatera Selatan. Peneliti menyampaikan penghargaan setingginya atas pemberian material ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Speight, James G., *The Chemistry and Technology of Coal*, Marcel Dekker, Inc. New York, (1994), page. 569, 282.
- [2]. Keefer R.F., *Coal Ashes-Industrial Wastes or Beneficial By-Product, in Trace Elements in Coal and Coal Combustion Residues*, Lewis Publishers, (1993), page 3.
- [3]. Suganal, *Pengaruh Kadar Sulfur Batubara Indonesia terhadap Emisi SO_2 pada Pembakaran Pulverized Coal untuk PLTU*, Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII, FMIPA- UGM, Yogyakarta, (2000),halaman 123.
- [4]. Ismail, Syarifuddin, *Batubara Indonesia: Potensi dan Harapan*, Penerbit Universitas Sriwijaya, ISSN 979-587-030-0, (1995), halaman 46.
- [5]. Sanwani-Edy, Alwi Ibrahim, Arief Sudarsono, Djamhur Sule, Simi Handayani, *Pencucian Batubara*, Teknik Pertambangan ITB, (1998), halaman, II-44.
- [6]. Koestoer, R.A., Yulianto SN, Iwan Masri, Martono RS, Nandy S, "Studi Tentang Batubara Indonesia", Teknik Mesin Fakultas Teknik



- Universitas Indonesia, (1997), edisi ke 2, ISSN 979-8427-04-1, halaman VII-8.
- [7]. Berkowitz, N., *An Introduction to Coal Technology*, Academic Press, New York, (1979), page 49.
- [8]. Gu SL, Ji RD, CaoSR, "The physical and chemical characteristics of particels in door air where high fluoride coal burning takes place", Chinese Academy of Preventive Medicine, Beijing, Biomed Enviro Sci, (1990), page 384.
- [9]. Chen Y, Lin M, He z, Xie X, Liu Y, Xiao Y, Zhou J, Fan Y, Xiao X, Xu F, *Air Pollution type Fluorosys in the region of Pingxiang, Jiangxi, Peoples' Republic of China*, Jiangxi Institute of Labor Hygiene and Occupational Medicine, Nanchang, Jiangxi, Peoples' Republic of China, Arc Enviro Health Jul-Aug, (1993), page 246.
- [10]. Robbins G.A., R.A. Winschel, C. L. Amos and F. P. Burke, *Agglomeration of low-rank coal as a pretreatment for direct coal liquefaction*, Journal of Fuel, (1992), page 1039.
- [11]. Garsia Ana B., M. Rosa Martinez-Tarazona and Jose M, G. Vega, *Cleaning of Spanish High Rank Coals by Agglomeration with Vegetable Oils*, Journal of Fuel (75-78), (1996), page 885.
- [12]. Alonso M. I., A. F. Valdes, R. M. Martinez-Tarazona and A. B. Garcia, *Coal recovery from fines wastes by agglomeration with colza oil: a contribution to the environment and energy preservation*, Journal of Fuel Processing Technology, 75, (2002), page 85.
- [13]. Ghani, M. Ulum A, *Removal of Todongkurah Coal Ash by Oil Agglomeration Method*, Proceedings Southeast Asian Coal Geology Conference, Bandung Indonesia, (2000), page 307-311
- [14]. Adolfo F, Valdes, Ana B. Garcia, *On the utilization of waste vegetable oils (WVO) as agglomerants to recover coal from coal fines cleaning wastes (CFCW)*, Journal of Fuel, 85, (2006), page 607.
- [15]. Mangoensoekarjo Soepadiyo, Haryono Semangun, *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*, Gadjah Mada University Press, Cetakan kedua, (2005), halaman 326.
- [16]. Ketaren, S., *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia, (2004), halaman 35.
- [17]. Nukman dan Suhardjo Poertadji, *Peningkatan nilai kalori batubara bituminus dengan aglomerasi air-minyak sawit*, Jurnal Teknologi, FT. Universitas Indonesia, Edisi No.2, Tahun XX. (2006).
- [18]. Gence, Nermin, *Coal recovery from bituminous coal by agglototation with petroleum oils*, Journal of Fuel, 85, (2006), page 1138
- [19]. Nukman, *Proses Karbonisasi Temperatur Rendah dan Aglomerasi Air-Minyak Sawit sebagai Perlakuan Awal untuk bahan baku briket batubara yang ramah lingkungan*, Penelitian Dosen Muda Dikti, (2004).
- [20]. Nukman dan Suhardjo Poertadji, 2006, *Pengurangan Kadar Abu dan Sulfur pada Batubara Sub Bituminus dengan metode aglomerasi air-minyak sawit*, Jurnal Sains Materi Indonesia.
- [21]. Poertadji, Suhardjo, Nukman dan M.Hikam, *Pengaruh Aglomerasi Air-Minyak sawit terhadap karbon dan nilai kalori batubara semi-antrasit, bituminus dan sub-bituminus*, jurnal Sains Materi Indonesia, 2006.
- [22]. Pulungan- Linda dan Hilyati Manan, *Pemantauan Kualitas Batubara dengan Metode Pencucian*, Jurnal Tambang Unisba, nomor 01-02, (2003).
- [23]. Gurses- Ahmet, Kemal Doymus and Samih Bayrakceken, *Selective Oil Agglomeration of Brown Coal: a Systematic Investigation of Design and Process Variables in the Conditioning Step*, Journal of Fuel, 75-10, (1996), page 1175.
- [24]. Osborne D.G., *Coal Preparation Technology*, Volume 1, Graham dan Trotman Limited, London, (1988), page 460.
- [25]. Puente, G. de la, G. Marban, E. Fuente, JJ Pis, "Modelling of volatile product evolution in coal pyrolysis. The role of aerial oxidation", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, (1994), vil. 44, pages 205-218.
- [26]. Keputusan Direktur Jenderal Pertambangan Umum, 1993, *Spesifikasi Briket Dasar*, nomor: 2178 a.K/213/DDJP/93, tanggal 4 Desember 1993.



