PENGURANGAN KADAR ABU DAN SULFUR PADA BATUBARA SUB BITUMINUS DENGAN METODE AGLOMERASI AIR-MINYAK SAWIT

Nukman dan Suhardjo Poertadji
Program Pascasarjana Ilmu Material, FMIPA -UI
Jl. Salemba 4, Jakarta 10440

ABSTRAK

PENGURANGAN KADAR ABU DAN SULFUR PADA BATUBARA SUB BITUMINUS DENGAN METODE AGLOMERASI AIR-MINYAK SAWIT. Metode aglomerasi digunakan untuk mengurangi kadar abu dan sulfur pada batubara. Batubara Sub Bituminus dari Tanjung Enim Sumatera Selatan dengan kadar abu 6,5 % dan sulfur total 0,32 % digunakan sebagai bahan bakunya. Dengan menggunakan campuran air dengan minyak goreng sawit atau minyak sawit mentah (CPO) sebagai minyak aglomerasi, kadar abu turun menjadi 2,74 % dan sulfur menjadi 0,26 %.

Kata kunci : Batubara sub bituminus, aglomerasi, kadar abu-sulfur, minyak sawit, minyak sawit mentah

ABSTRACT

THE DECREASING OF ASH AND SULFUR CONTENTS ON SUB BITUMINOUS COAL BY WATER-PALM OIL AGGLOMERATION METHOD. Aglomeration method is used to decrease ash and sulfur contents in coal. Sub Bituminous coal from Tanjung Enim Sumatera Selatan with 6,5 % of ash and 0,32 % of sulfur contents are used as raw materials. By using the mixture of water with the palm oil or crude palm oil (CPO) as agglomerating oils, the ash and sulfur contents decreased to 2,74 % and 0,26 % respectively.

Key words : Sub bituminous coal, agglomeration, ash-sulfur contents, palm oil, crude palm oil

PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi di Indonesia adalah batubara yang melimpah hampir merata di kepulauan utama Indonesia. Semakin menipisnya cadangan minyak, dan diperkirakan akan habis dalam jangka waktu dekat, maka pemerintah Indonesia telah menetapkan batubara sebagai sumber energi alternatif utama yang cukup untuk 200 sampai 300 tahun mendatang [1].

Pembakaran batubara pada akhirnya akan meninggalkan abu. Abu dari hasil pembakaran ini ada tiga jenis yaitu; abu terbang (*fly ash*), abu tertinggal (*bottom ash*) dan abu tertinggal di ketel uap sebagai pengotor (*boiler slag*). Terdapat sejumlah element yang berpotensi menjadi racun yang ditemukan pada abu terbang [2]. Kadar abu pada batubara berkisar antara 5 % sampai dengan 30 % [3].

Abu dan sulfur merupakan elemen-elemen *impurities* (kotoran pengganggu), di samping kotoran lainnya seperti tanah, batuan, mineral, dan lain-lain.

Sebagai salah satu parameter kualitas batubara, sulfur menjadi perhatian dari banyak pihak. Kandungan sulfur dalam batubara apabila dibakar akan berubah menjadi oksida sulfur [4]. Senyawa ini dapat bereaksi dengan uap air di udara sehingga membentuk H_2SO_3 (asam sulfit) dan H_2SO_4 (asam sulfat). Bila kedua asam tersebut terkondensasi diudara dan kemudian jatuh bersama-sama dengan air hujan, maka terjadilah hujan asam. Pelepasan oksida sulfur dari pembakaran batubara dapat menimbulkan hujan asam sampai sejauh ratusan kilometer [5].

Sulfur di dalam batubara dapat berbentuk senyawa organik atau anorganik seperti pirit, markasit dan sulfat. Sulfur merupakan bahan yang stabil dalam senyawa organik batubara, dan sering disebut sulfur organik yang tersebar secara merata ke seluruh batubara. Sulfur dalam jumlah sangat kecil dapat terbentuk sebagai sulfat seperti kalsium sulfat atau besi sulfat. Kadar sulfur dalam batubara bervariasi mulai dari jumlah yang sangat kecil (*traces*) sampai lebih dari 4 % [6].

Usaha pengurangan kadar abu dan kadar sulfur pada batubara, selain menghilangkan unsur pencemar, juga merupakan usaha menaikkan nilai kalori batubara itu sehingga dapat memberikan nilai tambah yang mirip dengan batubara kualitas tinggi [7].

Abu dan Sulfur dari bahan anorganik pada batubara dapat dikurangi kadarnya dengan cara mencuci batubara tersebut, dan cara ini disebut metode aglomerasi [1, 8, 9].

Vol. 7, No. 3, Juni 2006, hal : 31 - 36
ISSN : 1411-1098

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi kadar abu dan kadar sulfur yang dikandung batubara sub bituminus dengan metode aglomerasi.

Metode ini merupakan pencucian secara kimia, yaitu dengan cara menambahkan media pemisah yang berupa cairan campuran air dan minyak. Minyak akan melekat pada permukaan batubara dan melapisinya. Abu dan sulfur dapat terpisah dari batubara berdasarkan perbedaan tegangan permukaan.

Metode aglomerasi air-minyak adalah suatu teknik yang efektif untuk me-*recovery* dan mengeliminasi abu dari batubara [10-15]. Proses aglomerasi mampu mengolah batubara jenis antrasit, sub bituminus maupun bituminus.

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 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 [9]. Material yang tenggelam pada media merupakan bahan buangan, sedangkan material yang mengapung pada media yang sama (air) adalah batubara yang bersih [4].

Untuk mengurangi kadar abu pada batubara sub bituminus asal Tanjung Enim Sumsel, dilakukan dengan menggunakan metode aglomerasi campuran air dan minyak sawit.

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.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Batubara yang diteliti adalah batubara jenis sub bituminus dari Tanjung Enim Sumatera Selatan dan dikenal sebagai Suralaya Coal (SRC) dengan kadar abu sebesar 6,5 % dan kadar sulfur 0,32 %.

Sebagai media minyak, digunakan dua jenis minyak, yaitu minyak goreng sawit kemasan botol yang dijual di pasaran merek Filma dan minyak sawit mentah (CPO-*Crude Palm Oil*) yang didapat dari pabrik pengolahan minyak sawit di Sumatera Selatan. Kedua jenis minyak ini tidak mengandung sulfur [16]. Untuk selanjutnya, istilah "sawit mentah" akan digunakan untuk "minyak sawit mentah", sedangkan istilah "minyak sawit " untuk "minyak goreng sawit Filma".

Berdasarkan parameter penelitian maka dibuat suatu kodifikasi bagi sampel, agar mudah mengidentifikasinya.

Setiap sampel diberi kode : SBx Py Sz

dengan :

- SBx = ukuran partikel batubara sub bituminus, sebesar x *mesh*, dengan variasi x = 40 dan 60 *mesh*.
- Py = persentase padatan batubara di dalam air, dengan variasi y = 10, 15 dan 20%.
- Sz = persentase minyak sawit terhadap batubara, dengan variasi z = 5, 10 dan 15 %.

Kode sampel lain:

- C = CPO (minyak sawit mentah)
- SBtc = Batubara sub bituminus tanpa proses aglomerasi

Alat

Alat yang dipakai untuk metode aglomerasi terdiri dari silinder berdiameter 4 inci dan tinggi 10 inci [10], dilengkapi dengan stir yang dapat diputar dengan kecepatan 1450 rpm. Silinder dan stir dibuat dari baja tahan karat.

Kadar abu diukur dengan dapur *muffle*. Sedangkan sulfur diukur memakai *bomb washing*.

Cara Kerja

Batubara digerus dengan *crusher* dan kemudian diayak dengan *sieve* untuk mendapatkan ukuran-ukuran partikel antara 40 *mesh* sampai dengan 50 *mesh*, dan antara 60 *mesh* sampai dengan 70 *mesh*. Proses kerja aglomerasi, yaitu dengan memasukkan air ke dalam silinder yang diikuti dengan pemasukan batubara halus, dan diaduk selama 4 (empat) menit. Pada awal menit ke lima, minyak dimasukkan dan terus diaduk selama satu menit.

Untuk mengurangi kadar air yang masih tersisa pada aglomerat, maka aglomerat disaring dengan *sieve* (ayakan) sehingga air akan menetes ke bawah (*dewatering*) selama 24 jam. Selanjutnya untuk pengukuran abu dan sulfur, aglomerat tersebut dipanaskan pada suhu 110° C selama 2 (dua) jam, sehingga air yang tersisa hanyalah *inherent moisture* yaitu molekul air di dalam pori-pori batubara.

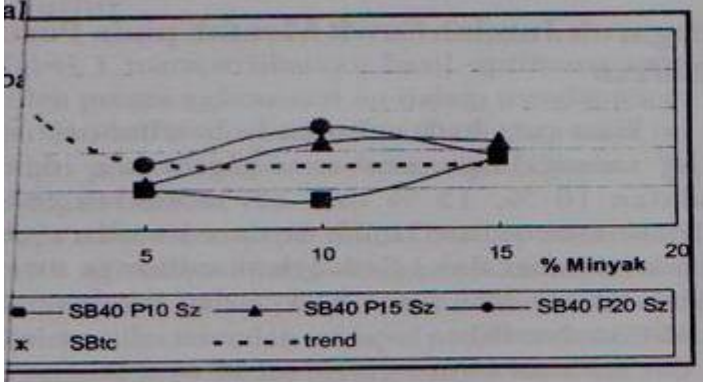
Selanjutnya, aglomerat tersebut diukur untuk kadar abu menurut ASTM D3174 cara membakar batubara sebanyak 1 gram dalam dapur *muffle* berventilasi pada suhu 800 °C. Sedangkan sulfur diukur menurut ASTM D2492 dengan membakar

banyak 1 gram pada suhu 1300 °C dengan *omb washing*.

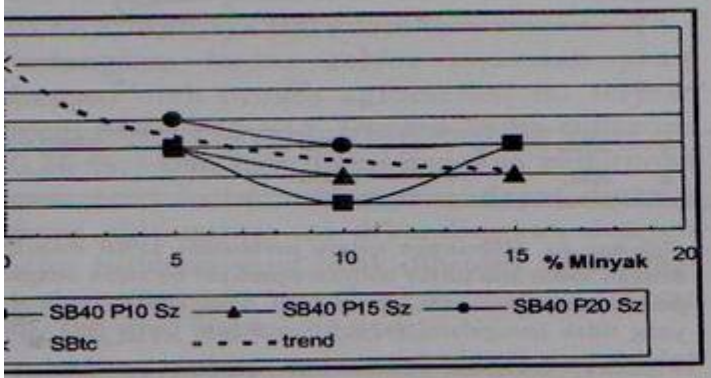
AN PEMBAHASAN

Jumlah Minyak Sawit pada Partikel

mbar 1a dan Gambar 1b masing-masing kan hasil pengukuran kadar abu dan kadar bara sub bituminus 40 *mesh* yang mengalami lomerasi dengan media air-minyak sawit.



bar 1a. Hubungan antara persentase minyak sawit an kadar abu untuk batubara partikel 40 *mesh* dengan ntase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik h garis penolong.



bar 1b. Hubungan antara persentase minyak sawit gan kadar sulfur untuk batubara ukuran partikel *nesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc ah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. is titik titik adalah garis penolong.

Dibandingkan dengan batubara yang tidak lami pencucian (SBtc), maka batubara 40 *mesh* mengalami penurunan kadar abu sampai sekitar bila dilakukan proses aglomerasi dengan kadar k sawit 10 %. Secara rata-rata, kadar abu batubara *sh* yang mengalami proses aglomerasi dengan kadar k sawit antara 10 % sampai dengan 15 % adalah 3,89 % atau turun sebesar 40,23 % relatif terhadap ara yang tidak mengalami proses aglomerasi.

Penurunan kadar sulfur dengan bertambahnya minyak sawit dari 5 % ke 10 % dan 15 % terjadi pada SB40 P15 Sz dan SB40 P20 Sz. Pada SB40 P10 Sz, terjadi penurunan kadar sulfur bila kadar minyak sawit dinaikkan menjadi 10 % dan sedikit meningkat lagi bila kadar minyak dinaikkan menjadi 15 %. (Gambar 1b).

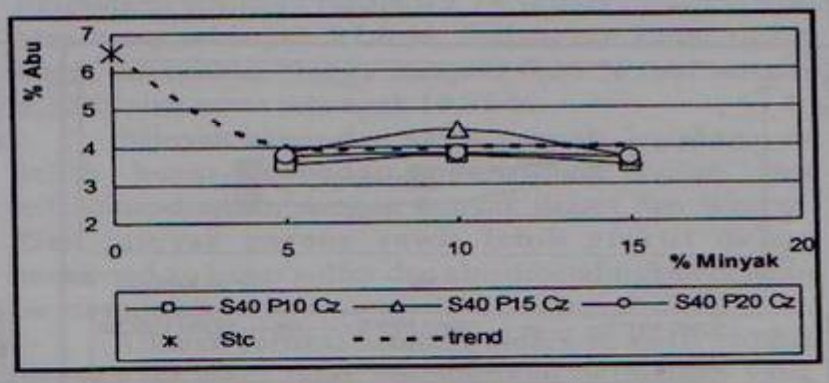
Penyebaran abu dan sulfur pada permukaan butiran partikel batubara yang tidak merata menjadikan sedikit ketidak pastian ini terjadi. Rata-rata kadar sulfur batubara 40 *mesh* yang diproses dengan aglomerasi minyak sawit antara 10 % dan 15 % adalah sekitar 0,28 % atau turun 11,46 % dari batubara yang tidak dicuci.

Pengaruh Jumlah Sawit Mentah pada Partikel 40 *Mesh*

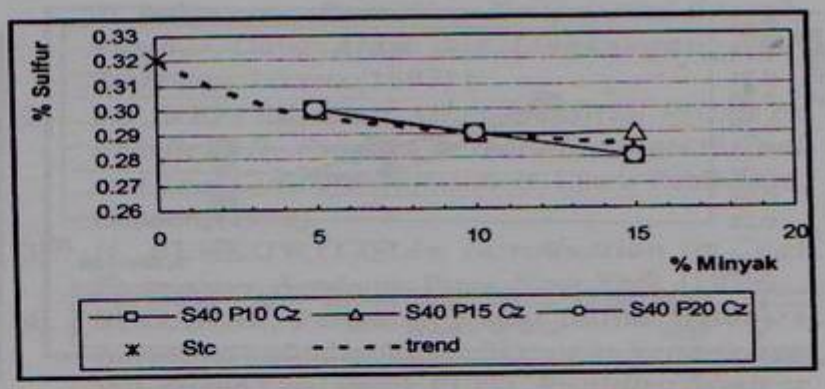
Penambahan kadar sawit mentah dari 5 % ke 10 % dan 15 % ternyata tidak diikuti penurunan kadar abu secara signifikan (Gambar 2a).

Penurunan kadar sulfur terjadi secara kontinu pada ketiga sampel saat kadar sawit mentah dinaikkan dari 5 % ke 10 % dan 15 % (Gambar 2b).

Dari kedua gambar ini, dapat dilihat bahwa penurunan kadar abu diikuti penurunan kadar sulfur, bila sawit mentah ditambah dari 5 % menjadi 15 %.



Gambar 2a. Hubungan antara persentase sawit mentah dengan kadar abu untuk batubara ukuran partikel 40 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik adalah garis penolong.



Gambar 2b. Hubungan antara persentase sawit mentah dengan kadar sulfur untuk batubara partikel 40 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik adalah garis penolong.

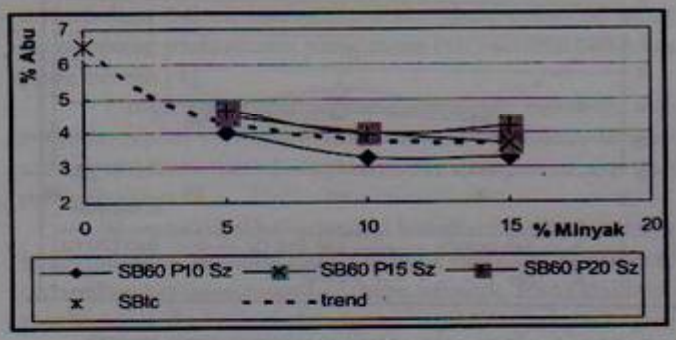
Vol. 7, No. 3, Juni 2006, hal : 31 - 36
ISSN : 1411-1098

Hal ini menunjukkan perbedaan sifat sawit mentah dengan minyak sawit dalam mereduksi abu dan sulfur pada batubara sub bituminus. Secara rata-rata proses aglomerasi pada batubara sub bituminus 40 *mesh* dengan sawit mentah antara 10 % sampai dengan 15 % dapat menurunkan kadar abu menjadi rata-rata 3,89 %, atau turun 40,23 % relatif dari batubara tanpa dicuci. Sedangkan sulfurnya dapat diturunkan menjadi sekitar rata-rata 0,28 %, atau turun 11,46 % relatif dari batubara tanpa dicuci. Hasil aglomerasi sawit mentah ini sama dengan aglomerasi minyak sawit.

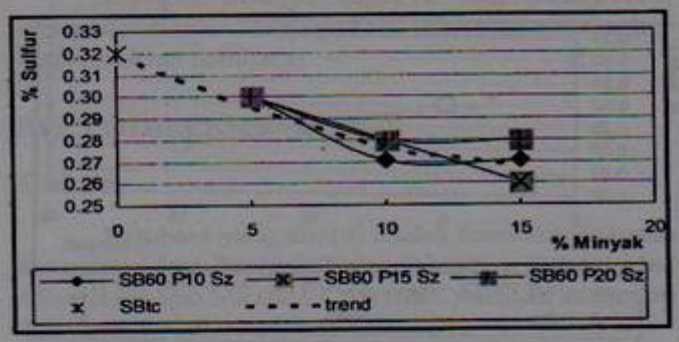
Pengaruh Jumlah Minyak Sawit pada Partikel 60 *Mesh*

Kadar abu minimum yang dapat diturunkan pada ketiga macam padatan 10 % , 15 % dan 20 % pada batubara 60 *mesh* dapat mencapai 3,29 % atau turun 15,8 % dari kadar abu batubara yang tidak dicuci (lihat Gambar 3a).

Dari Gambar 3a terlihat penambahan kadar minyak ke 10 % dan 15 %, ternyata tidak menurunkan kadar abu lebih lanjut, terutama untuk sampel SB60 P20 Sz dan SB60 P10 Sz.



Gambar 3a. Hubungan antara persentase minyak sawit dengan kadar abu untuk batubara partikel 60 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian.



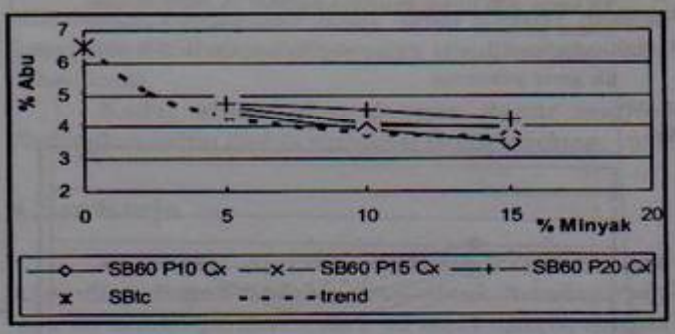
Gambar 3b. Hubungan antara persentase minyak sawit dengan kadar sulfur untuk batubara partikel 60 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik adalah garis penolong.

Pada sisi lain, penambahan kadar minyak tersebut menurunkan kadar sulfur sampai mencapai 0,26 % (Gambar 3b). Disini dapat dilihat bahwa dengan kadar abu yang rendah, 3,7 %, maka kadar sulfurnya relatif rendah yaitu 0,26 % (sampel SB60 P15 S15).

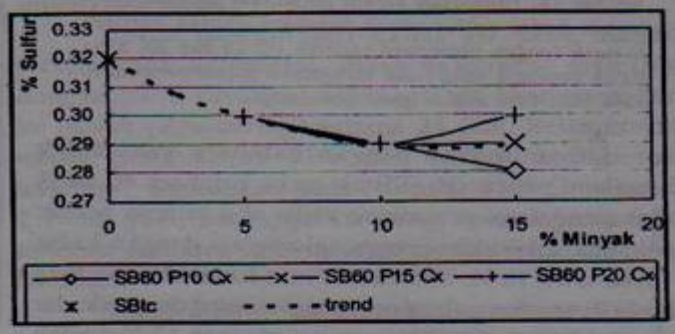
Rata-rata kadar abu pada batubara 60 mesh yang mengalami proses aglomerasi dengan minyak sawit antara 10 % sampai 15 % adalah sekitar 3,74 % atau turun 42,41 % dari batubara tanpa dicuci. Sedangkan sulfurnya menjadi sekitar 0,27 % atau turun 14,58 % dari batubara tanpa dicuci.

Pengaruh Jumlah Sawit Mentah pada Partikel 60 *Mesh*

Rata-rata kadar abu pada batubara 60 *mesh* yang mengalami proses aglomerasi dengan padatan 10 %, 15 % dan 20 % adalah sekitar 4,15 % atau turun 36,20 % dari batubara tanpa dicuci (Gambar 4a). Sedangkan sulfurnya menjadi sekitar 0,29 % atau turun 8,93 % dari batubara tanpa dicuci (Gambar 4b).



Gambar 4a. Hubungan antara persentase sawit mentah dengan kadar abu untuk batubara partikel 60 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik adalah garis penolong.



Gambar 4b. Hubungan antara persentase sawit mentah dengan kadar sulfur untuk batubara partikel 60 *mesh* dengan persentase padatan 10, 15 dan 20. SBtc adalah batubara yang tidak mengalami proses pencucian. Garis titik titik adalah garis penolong.

Tabel 1. Kadar Abu dan Sulfur terendah pada batubara sub bituminus hasil proses Aglomerasi.

Sampel	Minyak		Ukuran Partikel	Kadar abu	Kadar sulfur
	Jenis	(%)	(mesh)	(%)	(%)
SB40 P10 S10	Minyak sawit	10	40	2.74	0.27
SB60 P10 S10	Minyak sawit	10	60	3.29	0.27
SB60 P15 S15	Minyak sawit	15	60	3.68	0.26
SB40 P10 C15	Sawit mentah	15	40	3.5	0.28
SB60 P10 C15	Sawit mentah	15	60	3.52	0.28

Hasil Optimum Penurunan Kadar Abu dan Kadar Sulfur

Tabel 1 memperlihatkan hasil optimum yang dicapai oleh proses aglomerasi ini dalam mendapatkan kadar abu dan sulfur yang terendah. Data-data tabel ini diambil dari gambar-gambar sebelumnya (Gambar 1a sampai dengan Gambar 4b).

Pada tabel diatas dapat dilihat hasil optimum dari hasil proses aglomerasi yang menghasilkan kadar abu dan sulfur terendah dalam penelitian ini. Dari kadar abu terlihat bahwa nilai terendah terdapat pada sampel SB40 P10 S10 sebesar 2,74 %. Ini berarti bahwa batubara sub bituminus dengan ukuran partikel 40 *mesh*, padatan 10 % dan persentase minyak sawit 10 % dengan proses aglomerasi akan menghasilkan kadar abu terendah. Dibandingkan dengan batubara sub bituminus yang tidak mengalami proses pencucian (SBtc) dimana kadar abunya 6,5 %, terjadi penurunan kadar abu maksimum sebesar (6,5 – 2,74)/6,5) x 100 = 57,8 %.

Sedangkan kadar sulfur terendah yang dapat dicapai oleh proses aglomerasi ini terjadi pada sampel SB60 P15 S15. Dimana kadar sulfurnya adalah 0,26 %. Dan bila diperhitungkan penurunan maksimum dari kadar sulfur yang dapat dicapai oleh proses aglomerasi ini dibandingkan dengan kadar sulfur batubara yang tidak diproses aglomerasi dengan kadar sulfur 0,32 % maka penurunannya sebesar ((0,32-0,26) / 0,32) x 100 % = 18,75 %.

Tabel tersebut memperlihatkan sampel SB60 P15 S15 adalah sampel terbaik bila kadar sulfur minimum yang diinginkan, tetapi bila kadar abu yang dipertimbangkan, maka sampel SB40 P10 S10 adalah pilihan terbaik.

Penurunan kadar abu dengan metode aglomerasi air minyak sawit ini ternyata lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh G.A. Robbins [10] maupun M. Ulum A Ghani [17]. G.A. Robbins, hanya dapat menurunkan maksimum 20 % kadar abu untuk jenis batubara sub bituminus dengan metode dan dengan jenis alat yang sama, tetapi menggunakan minyak diesel sebagai medianya. Sedangkan M Ulum A Ghani melakukan pencucian dengan memasukkan partikel batubara sub bituminus ke dalam gelas *backer*. Kadar abu maksimum yang dapat dibuangnya adalah sebesar 44,8 %.

Selain daripada itu, minyak sawit adalah minyak yang dapat menjadikan aglomerat berkadar abu dan sulfur terendah, yaitu pada SB40 P10 S10, SB60 P10 S10 dan SB60 P15 S15.

Hal ini dapat dimengerti karena minyak sawit adalah sawit mentah yang sudah mengalami proses pemurnian dari kandungan yang potensial menjadi abu.

KESIMPULAN

Pencucian metode aglomerasi ini, secara umum dapat menurunkan kadar abu dan sulfur ke tingkat relatif rendah. Kadar abu dari batubara sub bituminus dapat diturunkan sehingga menjadi 2,74 % dari semula 6,5 % atau turun sebanyak 57,8 %. Sedangkan kadar sulfur dapat diturunkan hingga menjadi 0,26 % dari semula 0,32 % atau turun sebanyak 18,75 %.

Minyak sawit dan sawit mentah, berpengaruh lebih besar terhadap penurunan kadar abu bila dibandingkan dengan minyak diesel dan lainnya. Dan minyak goreng sawit lebih efektif dalam menurunkan kadar sulfur dan abu dibandingkan dengan sawit mentah.

Ukuran partikel batubara antara 40 *mesh* sampai dengan 60 *mesh* tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap hasil proses aglomerasi.

DAFTAR ACUAN

[1]. DJOKO SULAKSONO, Teknologi Batubara Bersih di Indonesia, *Prosiding Konperensi Energi, Sumber Daya Alam dan Lingkungan, BPP Teknologi*, Jakarta (1997) 1

[2]. R.F. KEEFER, *Coal Ashes-Industrial Wastes or Beneficial By-Product, in Trace Elements in Coal and Coal Combustion Residues*, Lewis Publishers, London, (1993)

[3]. N. BERKOWITZ, *An Introduction to Coal Technology*, Academic Press, New York, (1979).

[4]. SUGANAL, Pengaruh Kadar Sulfur Batubara Indonesia terhadap Emisi SO_2 pada Pembakaran Pulverized Coal untuk PLTU, *Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII Jurusan Kimia FMIPA-UGM*, Jogjakarta (2000) 123

[5]. MUKHLIS AKHADI, Dari Polutan ke Gypsum, *Majalah Energi*, Jakarta, Desember (2000)

Vol. 7, No. 3, Juni 2006, hal : 31 - 36
ISSN : 1411-1098

[6]. EDY SANWANI, ALWI IBRAHIM, ARIEF SUDARSONO, DJAMHUR SULE, SIMI HANDAYANI, *Pencucian Batubara*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung, (1998)

[7]. SYARIFUDIN ISMAIL, *Batubara Indonesia: Potensi dan Harapan*, Penerbit Universitas Sriwijya, Palembang, (1995)

[8]. DJOKO SULAKSONO, Proses Peningkatan mutu Sumberdaya Batubara Kul;aitas Rendah, *Publikasi Ilmiah-Peranan Energi dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan*, BPPT, Jakarta, (1995)

[9]. D.G. OSBORNE, *Coal Preparation Technology*, Graham and Trotman Limited, London, (1988)

[10]. G.A. ROBBINS, R.A. WINSCHEL, C.L. AMOS and F. P. BURKE, *J. Fuel*, **71** (1992) 1039

[11]. AHMET GURSES, KEMAL DOYMUS and SAMIH BAYRAKCEKEN, *J. Fuel*, **75** (10) (1996) 1175

[12]. ANA B. GARCIA, M. ROSA MARTINEZ-TARAZONA and JOSE M. G. VEGA, *J. Fuel*, **75** (1996) 885

[13]. M. I. ALONSO, A. F. VALDES, R. M. MARTINEZ-TARAZONA, A. B. GARCIA, *J. Fuel*, **81** (2002) 85

[14]. ADOLFO F, VALDES, ANA B. GARCIA, *J. Fuel*, **85** (2006) 607

[15]. NERMIN GENCE, *J. Fuel*, **85** (2006) 1138

[16]. DASRIL SAJOETI, *Studi Penggunaan Minyak Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel*, Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, (1991)

[17]. M ULUM A. GHANI, Removal of Tondongkurah Coal Ash by Oil Agglomeration Method, *Proceeding of Southeast Asian Coal Geology Conference*, Bandung (2000) 307