

UJI EMISI HASIL PEMBAKARAN BATUBARA HASIL PROSES AGLOMERASI AIR-MINYAK SAWIT

Nukman

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulihkm 32 Inderalaya 30662
E-mail : ir_nukman2001@yahoo.com

ABSTRAK

Batubara adalah salahsatu jenis energi fosil yang telah lama dikenal manusia. Pemakaian batubara sebagai bahan bakar, lebih dahulu dimanfaatkan manusia sebelum pemakaian minyak bumi. Pada saat ini pemakaian batubara yang tidak mengindahkan aspek lingkungan semakin membuat lingkungan hidup kita menjadi tidak sehat dan nyaman. Dengan media air – minyak sawit mentah (crude palm oil - CPO), batubara sub bituminus dari Tanjung Enim, dicuci dengan metode pencucian aglomerasi.. Briket batubara dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku hasil pencucian ini. Minyak sawit mentah ternyata dapat berfungsi sebagai media perekat bagi butiran batubara 30 -70 mesh ini. Kenaikan Nilai Kalori telah menurunkan kadar emisi gas buang dan waktu memasak air lebih singkat.

Kata Kunci: *Coal, Agglomeration-Method, Emissions*

I. PENDAHULUAN

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.

Kandungan sulfur dalam batubara apabila dibakar akan berubah menjadi oksida sulfur [2] . 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 [3]. 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]. Diharapkan hasil proses aglomerasi air-minyak ini akan dapat digunakan sebagai bahan baku briket batubara ataupun sebagai bahan bakar pada ketel uap yang lebih baik daripada 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.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. 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 genetica.

Teknologi batu bara bersih dapat mereduksi emisi-emisi dari sulfur oksida, nitrogen oksida, dan polutant 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 merupakan salah satu teknologi yang ada untuk mereduksi polutant [4], 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*. [5].

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. [6].

Colza oil dipakai untuk aglomerasi tiga jenis batubara Spanyol. Hasil aglomerasinya ternyata menurunkan resiko pembakaran spontan pada penimbunan (*dump*) batubara. [7].

Penelitian kandungan abu batubara dari Todongkurah, Sulawesi Selatan [8], dengan proses aglomerasi dengan memakai minyak diesel 5, 10 dan 15%. Air, minyak diesel dan fraksi batubara diaduk selama 15 menit. Hasil penelitian M. Ulum A. Ghani 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 oleh [9] 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%.

2.2. 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 [10] (Mangoensoekarjo, 2005). 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 [11]. 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 [11]. Yang menarik dari minyak sawit adalah titik nyalanya (*flash point*) 243°C dengan kadar sulfur nol persen dan kadar air kurang dari 0,3% [12]. Sedangkan batubara mempunyai temperatur (titik) penyalan antara 400 sampai dengan 600°C [13]. Khusus hasil pengujian emisi pembakaran hasil dari proses aglomerasi belum dibahas oleh para peneliti-peneliti di atas.

Hasil penelitian terdahulu [14], menunjukkan bahwa pencucian batubara dengan metode ini menghasilkan peningkatan nilai kalori yang cukup signifikan.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan

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.

3.2. Manfaat

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. Dapat dikatakan bahwa penelitian akan menghasilkan produk berupa briket ramah lingkungan.

Keberhasilan penelitian ini akan memberikan sumbangan pemikiran untuk meningkatkan kualitas batubara Indonesia dan diversifikasi pemakaian produk minyak sawit sebagai sumber energi.

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Preparasi Material

4.1.a. 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* dan kemudian digerus lagi dengan *grinding milling* serta diayak dengan saringan lolos 30 *mesh* dan tak lolos 70 *mesh*.

Untuk kemudahan dalam penelitian ini, maka sampel-sampel akan dikodifikasi seperti penelitiannya. 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%).

4.1.b. 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.

4.2. Prosedur dan Alat yang digunakan.

a. Aglomerasi Air-Minyak Sawit

Metode aglomerasi air-minyak adalah suatu teknik yang efektif untuk me ngembalikan (*recovery*) dan mengeliminasi abu dari batubara. 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 [15]. Material yang tenggelam pada media air merupakan bahan buangan, sedangkan material yang mengapung pada media yang sama (air) adalah batubara yang bersih [16].

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.

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 (gambar lihat lampiran). 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 terikut dapat dibuang.

b. Pengujian Emisi Gas Buang Hasil Pembakaran
Sebelum pengujian emisis gas buang, aglomerat terlebih dahulu dibuat menjadi briket.

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.

Emisi gas buang meliputi, CO, NO_x, SO_x. Alat yang dipakai untuk pengukuran batubara ini adalah Penguji emisi gas buang merek TESTO buatan Swiss yang ada di laboratorium Konversi Energi jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pengujian akan dilakukan dengan cara membakar briket batubara di dalam kompor briket, dimana sejumlah asap hasil pembakaran akan dianalisa emisi gas buangnya. Selain daripada itu pada saat pembakaran dalam kompor juga akan dilihat profil pembakaran, meliputi kemudahan penyalaan awal, warna nyala api dan waktu yang diperlukan untuk memasak sejumlah tertentu masakan semisal memasak air.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

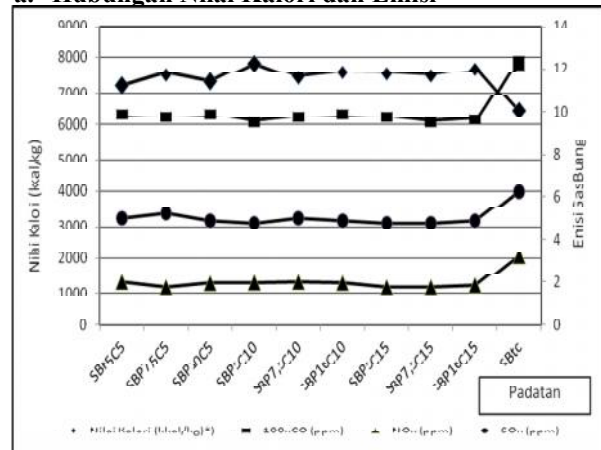
Dari pengamatan pengukuran didapat data-data seperti dalam tabel berikut.

Tabel 3.1. Tabel Data Hasil Penelitian

CO (ppm)	980	970	980	950	970
Emisi Gas Buang (ambient):					
Nilai Kalori (kkal/kg)*	7194	7504	7292	7833	7434
NOx (ppm)	2	1.8	1.95	1.98	2
Padatan /CPO:SBPyCz):	SBP5C5	SBP7,5C5	SBP10C5	SBP5C10	SBP7,5C10
Profil api:					
SOx (ppm)	5	5.2	4.9	4.8	5.0
Waktu Masak Air 2 liter (menit)	15	15	16	13	14
Warna Api	Kuning-kebiruan	Merah - kuning	Merah - kuning	Kuning-kebiruan	Merah - kuning
Warna Asap	Putih kabur dgn opasitas rendah	Putih kabur	Putih kabur	Putih kabur dgn opasitas rendah	Putih kabur

5.2. Pembahasan

a. Hubungan Nilai Kalori dan Emisi

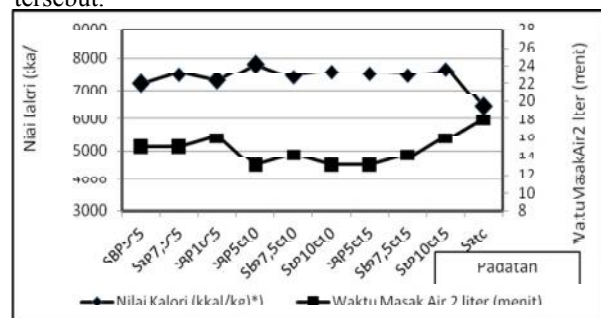


Gambar 5.1: Hubungan Nilai Kalori dan Emisi

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa dengan naiknya nilai kalori dari hasil cuci aglomerasi telah menurunkan nilai emisi gas buang yang cukup signifikan. Naiknya nilai kalori yang cukup besar pada sampel SBP5C10 diikuti turunnya nilai emisi SO_x yang lebih rendah dibanding dengan sampel lainnya, hal ini malah kontradiksi dengan kadar Sulfur yang turun tidak begitu besar dibanding dengan sampel lain.[14] Besarnya nilai emisi yang turun sebanding dengan batubara Sub Bituminus tanpa cuci (SBtc).

b. Hubungan Nilai Kalori dan Waktu Masak Air 2 liter

Gambar 5.2, memperlihatkan hubungan antara Nilai Kalori dan Waktu Masak air sebanyak 2 liter. Terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memasak air tersebut tidak begitu jauh berbeda antara satu sampel dengan yang lain. Nilai ini sangat relatif. Untuk tiga sampel yaitu SBP5C10, SBP10C10 dan SBP5C15, dibutuhkan waktu 13 menit untuk memasak air tersebut.



Gambar 5.2: Hubungan antara Nilai Kalori dan Waktu Memasak Air 2 liter

VI. KESIMPULAN

Turunnya nilai emisi gas buang hasil pembakaran yang cukup besar membuktikan bahwa hasil dari pencucian batubara menampakkan keberhasilan. Telah didapat suatu briket nilai kalori tinggi dan ramah lingkungan serta relatif membutuhkan waktu memasak air yang lebih cepat.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Speight, James G, 1994, *The Chemistry and Technology of Coal*, Marcel Dekker, Inc. New York, page. 569.
- [2]. Suganal, 2000, *Pengaruh Kadar Sulfur Batubara Indonesia terhadap Emisi SO₂ pada Pembakaran Pulverized Coal untuk PLTU*, Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII, FMIPA-UGM, Yogyakarta, halaman 123.
- [3]. Ismail, Syarifuddin, 1995, *Batubara Indonesia: Potensi dan Harapan*, Penerbit Universitas Sriwijaya, ISSN 979-587-030-0, halaman 46.
- [4]. Keefer R.F., 1993, *Coal Ashes-Industrial Wastes or Beneficial By-Product, in Trace Elements in Coal and Coal Combustion Residues*, Lewis Publishers, page 3.
- [5]. Garsia Ana B., M. Rosa Martinez-Tarazona and Jose M, G. Vega, 1996, *Cleaning of Spanish High Rank Coals by Agglomeration with Vegetable Oils*, Journal of Fuel (75-78), page 885.
- [6]. G.A. Robbins, 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.
- [7]. Alonso M. I., A. F. Valdes, R. M. Martinez-Tarazona and A. B. Garcia, 2002, *Coal recovery from fines wastes by agglomeration with colza oil: a contribution to the environment and energy preservation*, Journal of Fuel Processing Technology, 75, page 85.
- [8]. Ghani, M. Ulum A, 2000, *Removal of Todongkurah Coal Ash by Oil Agglomeration Method*, Proceedings Southeast Asian Coal Geology Conference, Bandung Indonesia, page 307-311
- [9]. Adolfo F, Valdes, Ana B. Garcia, 2006, *On the utilization of waste vegetable oils (WVO) as agglomerants to recover coal from coal fines cleaning wastes (CFCW)*, Journal of Fuel, 85, page 607.
- [10]. Mangoensoekarjo Soepadiyo, Haryono Semangun, 2005, *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*, Gadjah Mada University Press, Cetakan kedua, halaman 326.
- [11]. Ketaren, S., 2004, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia, halaman 35.
- [12]. Nukman (1) dan Suhardjo Poertadji, 2006, *Peningkatan nilai kalori batubara bituminus dengan aglomerasi air-minyak sawit*, Jurnal Teknologi, FT. Universitas Indonesia, Edisi No.2, Tahun XX.
- [13]. Gence, Nermin, 2006, *Coal recovery from bituminous coal by agglototation with petroleum oils*, Journal of Fuel, 85, page 1138
- [14]. Nukman, 2007, *Proses Aglomerasi Air-Minyak Sawit untuk Menurunkan Kadar Abu dan Sulfur serta Meningkatkan Nilai Kalori Batubara Semi Antrasit, Bituminus dan Sub Bituminus*, Disertasi Program Doktor, Program Pascasarjana Ilmu Material, FMIPA Universitas Indonesia.
- [15]. Osborne D.G., *Coal Preparation Technology*, Volume 1, Graham dan Trotman Limited, London, (1988), page 460.
- [16]. Puente G. de la, G. Marban, E. Fuente, J.J 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.