

APLIKASI AGLOMERASI MENGGUNAKAN CAO DAN OLI BEKAS DALAM UPAYA PENINGKATAN NILAI KALORI BATUBARA SUB-BITUMINOUS

Setiarto Pratigto¹, Gladis Chertins Angel¹, Erick Aristya Pradana Putra², Dewi Purnama Sari¹,

¹ Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali

² Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali

Corresponding Autor: setiarto@pilm.ac.id

Abstract: Coal is an energy source with enormous benefits, especially in the industrial world. Coal in Indonesia is mostly used as fuel for power plants. The use of low-calorie coal as fuel produces elements of impurities that will increase the ash and sulfur content of low-calorie coal combustion. So that it can cause exhaust gas emissions in the form of SO_x, CO, and NO_x. Agglomeration is one of the desulfurization technologies by washing clean coal in increasing the calorific value of coal by washing coal physically and chemically with the addition of water and oil as a separator. The purpose of this study was to determine the increase in the calorific value of coal after the agglomeration process. The results of agglomeration with CaO media and used oil can increase the calorific value of sub-bituminous coal with an average effectiveness of 21.49%. The average calorific value of coal samples after agglomeration increased from 5808 Cal/g to 7056.05 Cal/g.

Keywords: Agglomeration, Coal, CaO, Used Oil, Sub-Bituminous

Abstrak: Batubara merupakan sumber energi dengan manfaat yang sangat besar khususnya dalam dunia industri. Batubara di Indonesia paling banyak digunakan sebagai bahan bakar PLTU. Penggunaan batubara kalori rendah sebagai bahan bakar menghasilkan elemen-elemen impurities (kotoran pengganggu) yang akan meningkatkan kadar abu dan sulfur pada pembakaran batubara kalori rendah. Sehingga dapat menyebabkan emisi gas buang berupa SO_x, CO, dan NO_x. Aglomerasi merupakan salah satu teknologi desulfurisasi dengan cara pencucian batubara bersih dalam peningkatan nilai kalori batubara yang dilakukan cara pencucian batubara secara fisika dan kimia dengan penambahan media air dan minyak sebagai pemisah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui peningkatan nilai kalori batubara setelah proses aglomerasi. Hasil aglomerasi dengan media CaO dan oli bekas dapat meningkatkan nilai kalori batubara sub-bituminous dengan efektivitas rata-rata yaitu sebesar 21,49%. Nilai rata-rata kalori sampel batubara setelah aglomerasi naik dari 5808 Kal/g menjadi 7056,05 Kal/g.

KataKunci: Aglomerasi, Batubara, CaO, Oli Bekas, Sub-Bituminous

A. PENDAHULUAN

Penggunaan batubara kalori rendah dan sedang dilakukan karena ketersediaan batubara kalori tinggi yang semakin menipis, dibandingkan batubara kalori rendah atau sedang. Kementerian ESDM mencatat cadangan batubara Indonesia per 19 Januari 2022 sebanyak 31,7 miliar ton. Data tersebut dihimpun dari Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi, dengan perincian cadangan batubara berkalori rendah atau kurang dari 5.100 kalori/gram sebesar 10,9 miliar ton. Kalori sedang atau 5.100 kalori/gram-6.100 kalori/gram sebanyak 18,8 miliar ton. Kemudian, batubara berkalori tinggi dengan kadar 6.100 kalori/gram-7.100 kalori/gram sebanyak 1,5 miliar ton (Antara, 2022). Peningkatan nilai kalori batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti pencucian batubara, desulfurisasi menggunakan udara dan air, proses upgrading browncoal menggunakan pelumas, desulfurisasi menggunakan asam dengan metode leaching, pencucian batubara dengan metode flotasi, metode aglomerasi, dan beberapa metode lainnya. Beberapa upaya tersebut secara langsung dapat menurunkan emisi gas buang dan kadar abu batubara serta meningkatkan nilai kalori batubara.

Metode aglomerasi merupakan salah satu metode yang banyak dikaji dalam peningkatan nilai kalori batubara. Metode aglomerasi merupakan pencucian batubara secara fisika dan kimia dengan penambahan media air dan minyak sebagai pemisah



(Prastya et al., 2021). Perbedaan tegangan permukaan menyebabkan sulfur dan ash dapat terpisah dari batubara. Berdasarkan masalah diatas sehingga dilakukan peningkatan kualitas batubara dengan metode aglomerasi menggunakan CaO dan oli bekas. Oli bekas dapat meningkatkan nilai kalori batubara, selain itu CaO dinilai lebih efektif dalam menurunkan emisi sulfur.

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang melimpah dan hampir merata di kepulauan Indonesia. Cadangan minyak sebagai bahan bakar diprediksikan akan semakin menipis dan diperkirakan akan habis dalam jangka waktu dekat, oleh karena itu pemerintah Indonesia telah menetapkan sumber energi alternatif utama yang cukup untuk 200 sampai 300 tahun mendatang yaitu batubara (Nukman & Poertadji, 2006b). Jenis-jenis batubara ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Jenis-jenis batubara (Tribhakti, 2021)

Jenis-jenis batubara berdasarkan mutu atau tingkatannya yaitu (Putri & Fadhillah, 2019):

- 1) Antrasit merupakan kelas tertinggi batubara, luster (berwarna hitam berkilau), metalik, mengandung antara 86%-98% unsur Karbon (C).
- 2) Bituminus mengandung 68%-86% unsur Karbon (C) dan berkadar air 8–10% dari beratnya. Jenis batubara ini merupakan yang paling banyak di tambang di Indonesia, yang tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi.
- 3) Sub-bituminus merupakan batubara yang mengandung sedikit Karbon dan banyak air, sehingga menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
- 4) Lignit merupakan batubara yang berwarna hitam dengan memiliki tekstur seperti kayu dengan brown coal. Kadar air batubara jenis lignit sekitar 35% - 75%.
- 5) Gambut merupakan batuan sedimen organik yang terbakar dengan kandungan air lebih dari 75%, dan kandungan mineral lebih kecil dari dari 50% dalam kondisi kering, berasal dari tumpukan, hancuran, atau bagian dari tumbuhan yang terhumidifikasi dalam kondisi tertutup udara, tidak padat.

Limestone (batu kapur) CaCO_3 berfungsi sebagai sorbent (zat penyerap SO_2). Teknologi penggunaan batu kapur untuk desulfurisasi dengan cara injeksi batukapur merupakan teknologi paling sederhana yang dimana batu kapur kering diinjeksikan ke dalam tungku bagian atas agar batu kapur bereaksi dengan SO_2 dalam gas hasil pembakaran. Kisaran temperatur kerjanya berkisar antara 750 hingga 1250⁰C (Cahyadi, 2006). Oli berfungsi sebagai media pemisah dimana bahan dasar oli yang merupakan minyak akan membentuk butir-butir pada saat pengadukan, butir-butir tersebut akan menyelaputi partikel batubara yang tersebar merata di dalam air (Rauf *et al.*, 2018). Oli yang ditambahkan ke dalam media air akan membentuk oil droplet (butiran minyak),

jika sejumlah batubara ditambahkan ke dalam emulsi minyak tersebut, maka akan membentuk aglomerat atau disebut juga *Coal Oil Agglomerate* (COA), karena aglomerat batubara memiliki densitas <1 maka aglomerat tersebut akan terapung dan terpisah dari air (Nukman & Poertadji, 2006b). Aglomerasi merupakan salah satu teknologi desulfurisasi dengan cara pencucian batubara bersih. Metode ini dilakukan bertujuan untuk mengambil batubara halus dengan cara membuat batubara halus berkumpul membentuk aglomerat yang berukuran relatif besar dengan memanfaatkan media air dan minyak (Rauf *et al.*, 2018).

B. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: *Furnace*, *Oven*, *Automatic Coulomb Sulfur Analyzer* (*Changsa Kaiyuan Instrumen 5E-AS3200B*), *Automatic Bomb Calorimeter* (*Changsa Kaiyuan Instrumen 5E-C5500*), *Disk Mill* (*Changsa Kaiyuan Instrumen 5E-PCM3X100*), desikator, neraca analitik. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batubara subbituminous (*Subbituminous B coal* berdasarkan ASTM D-388), oli bekas, CaCO_3 .

Proses preparasi sampel batubara dilakukan dengan cara pengecilan ukuran batubara menggunakan *instrument disk mill*, sampel kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Sampel lalu ditimbang sebanyak 1000 gram atau 1 kilogram untuk proses aglomerasi. Kalsinasi dilakukan dengan menimbang CaCO_3 sebanyak 500 gram, kemudian di masukkan ke dalam cawan porselen, kemudian dipanaskan didalam *furnace* selama 2 jam *holding time* pada suhu 950°C dengan waktu kenaikan suhu selama 3 jam. Hasil kalsinasi berupa CaO kemudian di timbang sebanyak 325 gram untuk proses aglomerasi. Sebelum dan sesudah aglomerasi dilakukan analisa sampel batubara.

Analisa yang dilakukan pada tahapan ini adalah analisa *proximate* (*inherent moisture* menggunakan standar ASTM D-3173, *ash content* menggunakan standar ASTM D-3174, *volatile matter* menggunakan standar D-3175, dan *fixed carbon* menggunakan standar ASTM D-3172), dan analisa *ultimate* yaitu analisa nilai kalori.

C. HASIL PENELITIAN

Hasil analisa sampel sebelum aglomerasi disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil analisa awal sampel sebelum aglomerasi

Parameter	Hasil analisa
<i>Inherent moisture</i> (%)	7,52
<i>Ash</i> (%)	8,47
<i>Volatile matter</i> (%)	43,03
<i>Fixed carbon</i> (%)	40,98
Sulfur (%)	0,88
Kalori (Kal/g)	5808

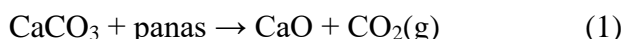
Hasil analisa sampel setelah aglomerasi disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil analisa nilai kalori sampel batubara setelah aglomerasi

Rasio mol CaO : Oli	Konsentrasi larutan CaO (M)	Nilai kalori (Kal/gr)	Efektivitas (%)

bekas			
6:1a	0,75	7159	23,26
8:1	0,75	6915	19,06
10:1	0,75	7197	23,92
15:1	0,75	7161	23,30
20:1	0,75	7225	24,40
6:0,4	0,75	5548	-4,48
6:0,6	0,75	7289	25,50
6:0,7	0,75	7194	23,86
6:1b	0,75	7212	24,17
6:2	0,75	7725	33,01
6:1a	1	7252	24,86
8:1	1	7032	21,07
10:1	1	7013	20,75
15:1	1	7041	21,23
20:1	1	7136	22,87
6:0,4	1	7070	21,73
6:0,6	1	7003	20,58
6:0,75	1	6899	18,78
6:1b	1	6891	18,65
6:2	1	7159	23,26

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan proses aglomerasi dilakukan, media aglomerasi yang digunakan yaitu CaO dan oli bekas. CaO yang digunakan merupakan larutan CaO yang dimana CaO diperoleh dari hasil kalsinasi batu kapur (CaCO₃). Proses pelepasan air, karbon dioksida atau gas-gas lain yang terikat secara kimiawi disebut kalsinasi. Kalsinasi harus dipasok dengan panas yang berasal dari sumber temperatur yang relatif tinggi karena proses kalsinasi lebih endotermis daripada proses *drying* (Rosenqvist, 2004). Saat proses kalsinasi, batu kapur (CaCO₃) akan terurai menjadi kapur bakar atau disebut juga kalsium oksida (CaO) dan gas karbon dioksida (CO₂), seperti reaksi berikut (Nugrainy *et al.*, 2011):



Apabila Sulfur dioksida atau sulfur trioksida bereaksi dengan kalsium oksida maka membentuk kalsium sulfat atau kalsium sulfida padat seperti pada reaksi berikut (Cahyadi, 2006):



Oli bekas yang digunakan pada penelitian ini berbahan dasar berupa 90% *oil based* atau *water/glycol based* (Putri & Fadhillah, 2019). Oli bekas yang berfungsi sebagai media minyak yang akan melapisi partikel halus batubara yang bersifat *lipophilic (oil loving)*. Selain itu, dengan adanya oli bekas membentuk aglomerat batubara dengan densitas <1, maka aglomerat dapat terapung dan mudah dipisahkan dari air (Prastya *et al.*, 2021).

Pengadukan pada proses aglomerasi sangat berperan penting dalam pembentukan butir-butir minyak yang tersebar merata dan menyelimuti butiran

batubara dalam media air (Rauf *et al.*, 2018). Kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu sebesar 150 rpm, dengan lama pengadukan yaitu 10 menit pertama pengadukan CaO dan batubara yang bertujuan untuk memisahkan partikel pengotor dari batubara, kemudian selama 5 menit berikutnya pengadukan dengan penambahan oli bekas ke dalam sampel.

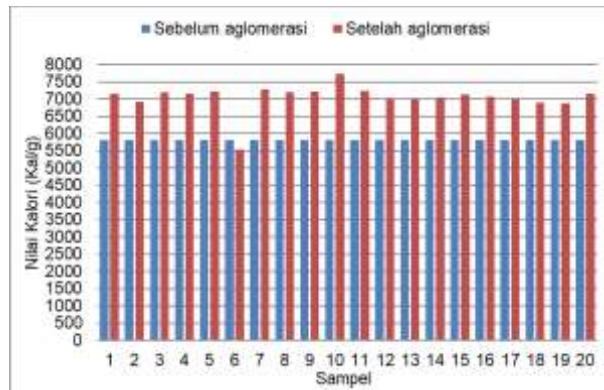
Selain itu, ukuran partikel batubara, persentase jumlah padatan batubara dalam media aglomerasi serta persentase media air dan minyak (oli bekas) juga menjadi parameter pada proses aglomerasi. *Volume* oli bekas dan CaO yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada variasi rasio mol oli bekas dan CaO dengan *volume* total 300 ml, dimana penggunaan air penggunaan air yang lebih dominan diharapkan agar semakin banyak partikel pengotor dapat menempel di air sehingga batubara dapat membentuk aglomerat (Prasty, 2021). yang ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Volume rasio media aglomerasi

Rasio mol CaO : Oli bekas	CaO dalam aquades (mL)	Oli bekas (mL)
6:1a	195	105
8:1	230	70
10:1	251	49
15:1	276	24
20:1	286	14
6:0,4	292	8
6:0,6	283	17
6:0,7	274	26
6:1b	257	43
6:2	179	121

Penelitian diawali dengan analisa awal sampel dimana hasil analisa sampel ditunjukkan pada tabel 1. Nilai kalori sampel sebelum diaglomerasi yaitu sebesar 5808 Kal/g atau setara dengan 10448,59 BTU/lb. Jenis sampel yang digunakan sebelum diaglomerasi tergolong dalam klasifikasi batubara tipe Sub-bituminous B coal (ASTM-D388, 2002).

Grafik nilai kalori sampel sebelum dan setelah aglomerasi ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik nilai kalori sampel sebelum dan setelah aglomerasi

Berdasarkan gambar 2 hasil analisa sampel sebelum dan setelah aglomerasi menunjukkan terjadi peningkatan nilai kalori batubara akibat proses aglomerasi menggunakan CaO dan oli bekas. Hal ini dapat terjadi karena nilai kalori dari oli bekas kendaraan yang cukup tinggi sebagai media aglomerasi yaitu sekitar 10685 KKal/Kg atau setara dengan 10685 Kal/g (Kusnadi *et al.*, 2020).

Data hasil analisa pada tabel 2 menunjukkan nilai kalori batubara tertinggi diperoleh dari sampel pada konsentrasi larutan CaO 0,75 M dengan rasio 6:2 (pada rasio dengan variasi mol oli) yaitu sebesar 7725 Kal/g atau setara dengan 13895,73 BTU/Ib dan efektivitas peningkatan kalori sebesar 33,01%. Nilai kalori terendah diperoleh dari sampel dengan konsentrasi 0,75 M dengan rasio 6:0,4 (pada rasio dengan variasi mol oli). Penurunan nilai kalori dapat terjadi walaupun nilai kalori media aglomerasi yang digunakan cukup tinggi, hal ini disebabkan volume oli yang digunakan sedikit dan dapat disebabkan dari partikel air kapur yang menjadi media campuran aglomerasi (Prastya *et al.*, 2021).

Berdasarkan tabel 2 metode aglomerasi dengan media CaO dan oli bekas dapat menaikkan nilai kalori dengan rata-rata efektivitas yaitu sebesar 21,49%. Nilai kalori rata-rata sampel batubara setelah aglomerasi naik dari 5808 Kal/g menjadi 7056,05 Kal/g atau setara dengan 12692,42 BTU/Ib. Klasifikasi sampel batubara setelah mengalami aglomerasi tergolong dalam High volatile C bituminous coal (ASTM-D388, 2002).

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan yaitu aglomerasi batubara dengan media larutan CaO dan oli bekas dapat meningkatkan nilai kalori batubara dengan efektivitas rata-rata yaitu sebesar 21,49%. Nilai rata-rata kalori sampel batubara setelah aglomerasi naik dari 5808 Kal/g menjadi 7056,05 Kal/g atau setara dengan 12692,42 BTU/Ib. Klasifikasi sampel batubara setelah mengalami aglomerasi tergolong dalam High volatile C bituminous coal.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi. (2006). Strategi Menurunkan Emisi SO₂ pada PLTU Batubara yang Tidak Memiliki Desulfurisasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*, 1(2), 41–53.
- Kusnadi, A., Djafar, R., & Mustofa. (2020). Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Kompor yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 5(2), 49–55.

- Nugrainy, G. S., Sudarno, & Cahyadi. (2011). Upaya Penurunan Emisi SO₂ dari Bahan Bakar Batubara Kualitas Rendah (Tipe : Subbituminous) dengan Campuran Batu Kapur (Limestone) pada Proses Pembakaran. Universitas Diponegoro.
- Prastya, Y. S., Nugroho, W., & Winarno, A. (2021). Metode Aglomerasi Air Kapur dan Minyak Sawit Mentah (CPO) untuk Meningkatkan Nilai Kalori Batubara Sub-Bituminous. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 9(1), 33–38.
- Putri, R. Z., & Fadhillah. (2019). Peningkatan Kualitas Batubara Low Calorie Menggunakan Minyak Pelumas Bekas Melalui Proses Upgrading Brown Coal. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 208–217.
- Rauf, A. S., Widodo, S., & Nawir, A. (2018). Peningkatan Nilai Kalori pada Batubara Lignit dengan Metode Aglomerasi Air dan Minyak Sawit Pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru. *Jurnal Geomine*, 6(3), 124–130.
- Rosenqvist, T. (2004). *Principles of Extractive Metallurgy* (2nd ed.). Tapir Academic Press.
- Nukman, & Poertadji, S. (2006b). Pengurangan Kadar Abu dan Sulfur Pada Batubara Sub Bituminus Dengan Metode Aglomerasi Air-Minyak Sawit. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 7(3), 31–36.