



“Aplikasi Metoda Flotasi Buih Untuk Pencucian Batubara Peringkat Rendah”

”The Application of Froth Flotation Method For Low Rank Coal Washing”

Rita Sundari, Subandrio, Hadi Gaos, Adi Yanker
Program Studi Teknik Pertambangan,
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi,
Universitas Trisakti, Jakarta

Abstrak

Metoda flotasi buih banyak dimanfaatkan untuk pencucian bijih bijih mineral pada tahapan awal. Metoda ini telah dikembangkan untuk pencucian dan pembersihan batubara dari pengotornya dalam rangka pengembangan sumber energi batubara. Indonesia adalah negara yang berpotensi memiliki cadangan batubara berperingkat rendah terutamanya di Sumatera Selatan dan Kalimantan Timur. Kajian awal ini meneliti pengaruh faktor faktor ukuran partikel batubara, persen padatan dan waktu pengkondisian terhadap perubahan kadar abu dan kadar sulfur batubara sebelum dan sesudah proses flotasi. Flotasi buih terutamanya berhubungan dengan sifat hidrophobik partikel batubara, diameter partikel dan gelembung, tegangan permukaan tiga fasa (udara, larutan flotasi, partikel batubara) dan gaya apung yang bekerja. Dalam kajian ini juga dipelajari pengaruh kolektor, 'frother' dan jenis 'modifier' terhadap sifat hidrophobik partikel batubara yang akan mengapung sebagai konsentrat batubara yang dikehendaki.

Kata kunci: aerasi udara, analisa ultimat dan proksimat, desain sel flotasi, kecepatan aliran.

Abstract

The froth flotation method has been much advantaged for washing mineral ores at the preliminary stage. The method has already been developed for coal washing and cleaning from impurities in the current development of coal energy resources. Indonesia is a country which is potential in possessing low rank coal reserves particularly in South Sumatera and East Borneo. This preliminary study has investigated the influence of factors like coal particle size, percent solid and time of conditioning on the change of ash content and sulphur content of coal before and after flotation process. The froth flotation is particularly correlates with the hydrophobic properties of coal particle, the diameter of particles and bubbles, the surface tension of three phases (air, solution of flotation, and coal particle) and the act of buoyant forces. The investigation has also studied the affection of collector, frother and types of modifier on the hydrophobic properties of coal particles which attracted to float on the surface as the desired coal concentrate.

Keywords: air aeration; ultimate and proximate analyses; design of flotation cell; flow rate.

I. PENDAHULUAN

Metoda flotasi telah mulai dikenal sejak proses pemisahan fluida dan mineral dari pengotornya yang dilakukan oleh Haynes (1869) yang kemudian dikembangkan oleh Potter (1900) dan Delprat pada masa hampir bersamaan. Asam lemak mulai digunakan sebagai reagen flotasi untuk menaikkan sifat hidrophobik dari mineral yang dikehendaki. Penambahan kolektor dan 'frother' mulai dilakukan untuk mengoptimalkan proses flotasi.

Dalam flotasi perlu sekali diperhatikan faktor faktor yang menyangkut gaya berat yang berkaitan dengan densiti mineral, gaya apung gelembung gelembung yang naik ke permukaan, diameter bijih mineral/batubara, sifat sifat hidrophobik partikel mineral/batubara yang berhubungan dengan sifat adhesi surfaktan, densiti mineral dan juga tegangan permukaan (Truscott, 1923; Taggart, 1954; Gennes, 2004). Untuk optimalisasi proses flotasi, faktor faktor lain seperti kecepatan alir gelembung udara/nitrogen untuk mendapatkan waktu kontak yang optimum, dan juga desain sel flotasi yang berhubungan dengan ukuran sel flotasi, kemudian peran kolektor dan 'frother' yang berhubungan dengan gaya tarik menarik antar fasa yang dapat mempertajam perbedaan sifat hidrophobik antara mineral/partikel batubara dengan pengotor (Arbiter, 1999; Yianatos, 2001).

Ketidaksamaan yang berperan dalam proses flotasi buih (Savarsi, 1998) ialah,

$$\gamma R \gg \rho g R^3$$

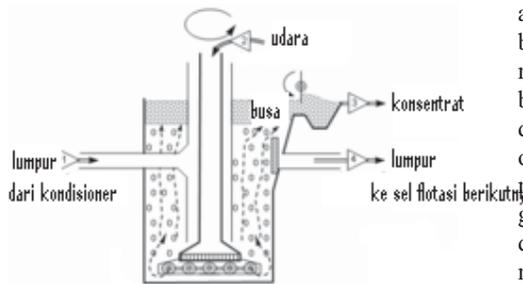
dimana R = jari jari butiran mineral. γ = rata rata tegangan permukaan antara ke 3 fasa (butiran, larutan flotasi dan udara). ρ = density mineral. g = percepatan gravitasi (9.81 m/s^2). Apabila jari jari butiran mineral lebih besar dari pada jari jari gelembung udara maka gelembung

tetap dapat naik sebagai busa di permukaan dan ketidaksamaan tetap berlaku.

Flotasi buih ('froth flotation') digunakan dalam industri kertas untuk membuang kelebihan tinta cetak dan noda pada kertas yang dianggap sebagai pengotor hidrophobik (Nellesen, 2004). Pengolahan air limbah hasil industri petrokimia, gas alam dan perminyakan juga banyak menerapkan metoda pemisahan flotasi untuk membuang zat padat terlarut, lemak, minyak dan pelumas (Beychok, 1967). Flotasi buih juga banyak dipakai dalam industri pertambangan untuk mengkonsentrasikan mineral mineral yang diinginkan dan juga termasuk karbonat, fosfat, oksida dan batubara atas dasar perbedaan sifat sifat hidrophobiknya. Metoda flotasi cukup selektif untuk memisahkan mineral mineral dari pengotornya sehingga mempunyai nilai ekonomi yang signifikan.

Flotasi buih pada batubara diawali dengan penggilingan dan penghalusan untuk mendapatkan permukaan butiran yang seluas luasnya sehingga dimungkinkan terjadinya kontak maksimum antara gelembung udara dengan butiran batubara. Kontak terjadi pada waktu dilakukan aerasi terhadap lumpur air yang mengandung batubara. Pada keadaan berikutnya, partikel partikel batubara yang cenderung hidrophobik dengan adanya surfaktan atau kolektor akan melepaskan diri dari molekul molekul air dan ikut bersama sama dengan gelembung naik ke permukaan cairan flotasi sebagai buih atau busa. Selanjutnya buih yang mengandung konsentrat batubara tersebut dipisahkan untuk pengolahan lebih lanjut.

Dalam penelitian ini, flotasi buih diaplikasikan untuk batubara berperingkat rendah yang masuk dalam kelas subbituminous berasal dari cekungan Sumatera Selatan dengan faktor variable persen padatan dan waktu pengkondisian dimana pH larutan, konsentrasi aktivator, kolektor dan frother, masing masingnya dibuat tetap, sedangkan ukuran partikel batubara ditetapkan + 50 +100 mesh. Untuk menentukan efisiensi flotasi, kadar abu pra-flotasi dan sesudah flotasi dihitung untuk mendapatkan selisih kadar abu. Kadar abu sebagai salah satu analisa proksimat batubara banyak digunakan dalam metoda flotasi buih karena berhubungan dengan mineral anorganik disamping penentuan kadar sulfur.



Gb.1 Diagram sel flotasi. pada umumnya.

Tanda panah dalam Gb.1 menunjukkan arah aliran dimana lumpur mengandung batubara dan air berasal dari kondisioner masuk kedalam sel flotasi dan menuju ke bagian bawah sel flotasi [1]. Kemudian dialirkan udara (aerasi) ke arah dasar sel flotasi oleh suatu alat pendorong vertical yang menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung kecil [2]. Setelah alat flotasi dihidupkan, maka akan terbentuk buih yang mengumpul di permukaan cairan flotasi dimana buih mengandung konsentrat batubara [3], sedangkan lumpur yang masih mengandung pengotor akan diumpangkan ke sel flotasi berikutnya untuk pengolahan lebih lanjut. (Taggart, 1954)

II. PERCOBAAN

II.1 Penyiapan sampel

Langkah langkah :

- Penggunaan alat 'jaw crusher' untuk menghancurkan sampel untuk mendapatkan ukuran diameter partikel batubara > 1 cm.
- Penggerindaan partikel batubara berukuran $\Phi > 1$ cm menggunakan 'Hammer mill'.
- Penyaringan batubara hasil gerinda dengan Hammer mill dengan alat pengayak 'Sieve shaker' sampai diperoleh ukuran partikel $+ 50$ mesh.
- Masing masing 20g sampel diambil untuk kepentingan pengujian kadar abu dan kadar sulfur pra flotasi.
- Untuk sampel sampel yang akan di flotasi diambil dari hasil pengayakan Sieve shaker, kemudian berat sampel yang di flotasi disesuaikan dengan variasi persen padatan.

- Demikian pula untuk pengujian flotasi pada waktu pengkondisian yang berbeda beda dilakukan untuk persen padatan yang tetap.
- Untuk pengujian baik dengan variasi persen padatan maupun variasi waktu pengkondisian dilakukan pada parameter parameter lain (pH, kadar kolektor, activator, dan frother) yang dibuat konstan.
- Masing masing konsentrat hasil flotasi baik dari variasi persen padatan maupun waktu pengkondisian ditentukan kadar abu dan kadar sulfurnya.

II.2 Peralatan dan Bahan Kimia

Tabel-1 memuat peralatan dan bahan kimia yang digunakan untuk penentuan kadar abu (analisa proksimat) dan kadar sulfur (analisa ultimat).

Tabel-1

Peralatan	Bahan
1. Muffle furnace	1. BaCl ₂ 10%
2. Quick Ash Analyzer	2. HCl (1 : 9)
3. Cawan dan vessel porselen	3. KOH 10%
4. Neraca analitik	4. Campuran MgO + Na ₂ CO ₃
5. Desikator	5. Kertas saring
6. Glasswares	

II.3 Penentuan kadar abu

[1] Vessel porselen dipanaskan dalam quick ash analyzer sambil suhu diatur sampai naik ke 850°C. [2] batubara pra flotasi maupun hasil flotasi diletakkan dalam vessel lalu ditimbang. [3] Tempatkan vessel berisi sample diatas belt conveyor. [4]. Kemudian tentukan kadar abu yang diperoleh.

II.4 Penentuan kadar sulfur

[1] Kadar sulfur dilakukan dengan cara gravimetri. [2] Batubara dilebur bersama sama dengan campuran Eschka dimana sulfur berubah jadi sulfat. [3] Hasil leburan kemudian diendapkan sebagai garam barium sulfat. [4] Kemudian endapan dipijarkan dalam muffle furnace pada suhu 850°C sampai menjadi abu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

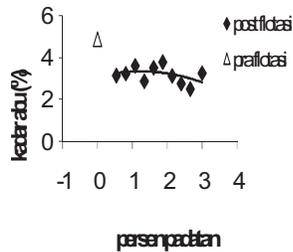
Gambar-2 menunjukkan variasi persen padatan terhadap kadar abu hasil proses flotasi buih yang ternyata tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Gambar-3 menunjukkan variasi waktu pengkondisian terhadap kadar abu hasil flotasi buih yang ternyata juga tidak ada perubahan yang signifikan, demikian pula variasi ukuran butiran batubara tidak memberikan perubahan yang signifikan (gambar-4). Baik kadar abu maupun kadar sulfur batubara menunjukkan trend yang serupa yaitu bahwa flotasi buih menyebabkan baik mineral anorganik maupun mineral sulfide akan ikut bersama dengan lumpur buangan yang cenderung hidrophilik. Disini terlihat bahwa sifat hidrophobik-

hidrophilik hamper tidak dipengaruhi oleh variable persen padatan, waktu pengkondisian maupun ukuran butiran batubara, tetapi kemungkinan boleh jadi dipengaruhi oleh kombinasi antara konsentrasi frother, kolektor dan activator. Frother biasanya menggunakan turunan alcohol seperti MIBK (metil isopropyl karbinol) yang bertindak sebagai pengemulsi sehingga partikel partikel batubara yang hidrophob lebih kuat melekat pada gelembung gelembung udara yang naik ke permukaan cairan flotasi, sedangkan kerja kolektor yang umumnya menggunakan jenis minyak (penelitian ini menggunakan kerosene) untuk membantu fungsi frother sehingga proses pengapungan menjadi lebih sempurna (Beychok, 1967), dan activator seolah olah bertindak sebagai katalisator (Taggart, 1954) yang mempercepat proses adhesi pada gelembung udara dan proses pengapungan (penelitian ini menggunakan garam dapur sebagai activator).

Bahan bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini sangat mempertimbangkan factor ekonomi karena proses flotasi buih akan mengutamakan kapasitas produksi perolehan batubara hasil proses flotasi buih. Penelitian ini menggunakan alcohol teknis untuk bahan frother nya berdasarkan alasan ekonomi walaupun MIBK akan memberikan hasil yang lebih baik (Beychok, 1967).

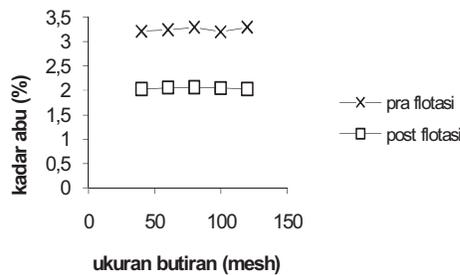
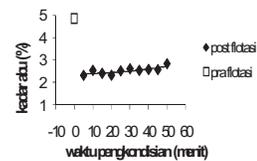
Dimasa mendatang kemungkinan penelitian dengan menggunakan variasi gabungan antara konsentrasi kolektor, activator maupun frother diharapkan akan memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap kadar abu maupun kadar sulfur batubara hasil proses flotasi buih.

Dari ketiga tiga gambar diatas (gambar-2,3 dan 4), ternyata baik factor persen padatan batubara, waktu pengkondisian flotasi maupun



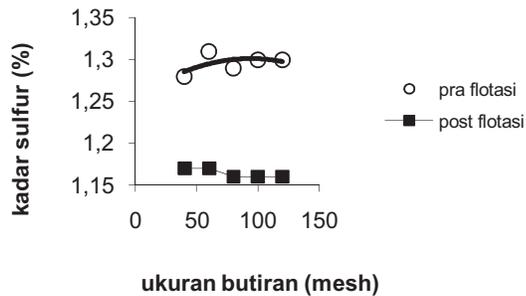
Gambar 2. Variasi persen padatan batubara hasil flotasi buih (40g – 220g batubara) dan batubara pra flotasi pada waktu pengkondisian 10 menit. Alkohol 40 ml, minyak tanah 40 ml, dan garam dapur 40g. Ukuran batubara -50 +100 mesh.

Gambar 3. Variasi waktu pengkondisian batubara hasil flotasi buih (5 – 50 menit) pada 100g batubara (1.34%) dan batubara pra flotasi buih. Alkohol 40 ml, minyak tanah 40 ml, dan garam dapur 40g. Ukuran batubara -50 +100 mesh.



Gambar 4. Variasi ukuran mesh batubara hasil flotasi dan pra flotasi terhadap kadar abu. Alkohol 30 ml. Minyak tanah 40 ml. Garam dapur 10g. Waktu pengkondisian 10 menit. Batubara 4% padatan. pH larutan flotasi 7.0.

Gambar 5. Variasi ukuran mesh batubara hasil flotasi dan pra flotasi terhadap kadar sulfur. Alkohol 30 ml. Minyak tanah 40 ml. Garam dapur 10g. Waktu pengkondisian 10 menit. Batubara 4% padatan. pH larutan flotasi 7.0.



ukuran butiran batubara untuk daerah yang diamati memperlihatkan kecenderungan yang serupa, yaitu bahwa proses flotasi buih dapat

menurunkan kadar abu batubara. Kadar abu batubara merupakan mineral anorganik hasil sisa pembakaran dimana pada waktu proses flotasi buih sebagian mineral anorganik yang relative hidrophilik ikut terbuang bersama air lumpur sebagai 'tailing', sedangkan partikel batubara yang hidrophobik cenderung mengapung sebagai konsentrat.

Variasi ukuran butiran batubara ternyata juga tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar sulfur batubara hasil proses flotasi buih (gambar-5) sedangkan hasil proses flotasi buih mampu menurunkan kadar sulfur secara signifikan untuk daerah ukuran butiran batubara yang diamati (gambar-5). Mineral sulfur dapat berupa senyawa sulfur anorganik yang hidrophilik dan ikut terbuang bersama lumpur sebagai 'tailing'

KESIMPULAN

Proses flotasi buih dapat menurunkan kadar abu batubara dimana kadar abu merupakan mineral anorganik sisa pembakaran. Mineral anorganik cenderung bersifat hidrophilik yang akan terpisah dari konsentrat batubara yang hidrophobik dan ikut terbuang bersama air lumpur menjadi tailing.

Dari hasil penelitian flotasi buih untuk batubara, faktor persen padatan batubara, waktu pengkondisian maupun ukuran butiran batubara tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar abu untuk daerah variable yang diamati, dan juga ukuran butir batubara tidak memberikan efek signifikan terhadap kadar sulfur. Namun demikian, flotasi buih memberikan kecenderungan yang sama seperti pada kadar abu batubara yaitu dapat menurunkan kadar sulfur batubara setelah dilakukan flotasi.

RUJUKAN

- Arbiter, N. 1999. Development and scale-up of large flotation cells in "Advance I flotation technology" edited by Parekh, B.K. and Miller, J.D.
- Beychok, M.R. 1967. Aqueous wastes from petroleum and petrochemical

plants. 1st ed., John Wiley & Sons Ltd.

- Gennes, P. et al. 2004. Capillary and wetting phenomena. 1st ed., Sprienger-Verlag New York Inc.
- Nellesen, Bernhard, Christina. 2004. Method of deinking.
- Savarsi, O.N., Alexander, D.J., Franzidis, J.P., Manlapig, E.V. 1998. An empirical model for entrainment in industrial flotation plants. *Mineral Engineering*, 11(3), 243.
- Taggart, A.F. 1954. Handbook of mineral dressing. New York, John Wiley & Sons.
- Truscott, S.J. 1923. A textbook of ore dressing. London McMillan.
- Yianatos, J., Bergh, L., Condori, P., Aguilera, J. 2001. Hydrodynamics and metallurgical characterization of industrial flotation banks for control purposes. *Mineral Engineering*, 14(9), 1033.