

# PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA SUB-BITUMINUS DENGAN METODE FROTH FLOTATION

Muhammad Said, Zainal Fanani

**Abstrak :** Penelitian tentang peningkatan kualitas batubara sub-bituminus dilakukan dengan menggunakan metode flotasi. Peningkatan kalor pembakaran batubara diperoleh dengan mengoptimalkan kadar karbon tertambat melalui penurunan kandungan air lembab, kadar abu dan zat terbang tereduksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum peningkatan kalor pembakaran batubara dengan variasi ukuran partikel dan variasi volume frother. Hasil penelitian menunjukkan ukuran partikel optimum 40 mesh dan volume frother optimum 5 mL. Kondisi optimum tersebut meningkatkan kadar karbon tertambat dimana persentase kenaikannya 38,31%, dengan persentase penurunan kadar air lembab sebesar 93,18%, kadar abu dari sebesar 84,17%, dan zat terbang sebesar 8,74%, sehingga kalor pembakaran batubara meningkat dari 26,19 kJ/g menjadi 29,13 kJ/g.

**Kata kunci :** Batubara, Kalor Pembakaran, Metode Flotasi

**Abstract :** This investigation was done by flotation method. Coal combustion heat was obtained by optimizing fixed carbon dioxide through reducing; inherent moisture, ash content and reduced volatile matter. The aim of the research was to get optimum condition of coal combustion heat with particle size variation and frother volume variation. The result showed that optimum size particle was 40 mesh and optimum frother volume was 5 mL. The condition increased fixed carbon dioxide by percentage of increasing 38.31% with percentage of decreasing moisture inherent 93.18%, ash content 84.17%, and reduced volatile matter 8.74%, so coal combustion heat increased from 26.19 kJ/g to 29.13 kJ/g.

**Key words :** Coal, Combustion Heat, Froth Flotation

## PENDAHULUAN

Peranan batubara sebagai sumber daya energi alternatif semakin hari semakin meningkat. Hal ini terjadi karena makin langkanya minyak bumi dan proses pengolahan batubara yang ada makin ramah lingkungan. Batubara dimanfaatkan sebagai pengganti minyak bumi dan gas untuk pembangkit listrik dan bahan bakar rumah tangga.

Menurut perkiraan, cadangan batubara yang dimiliki Indonesia mencapai 34,2

juta MT (metrik ton). Sumber daya ini sebagian besar berada di Kalimantan yang menyimpan deposit sebesar 61% (21,088 juta MT), di Sumatera 38% (17,464 juta MT) dan sisanya tersebar di wilayah lain. Cadangan batubara Indonesia mayoritas berupa lignit yang mencapai 59%, diikuti sub-bituminus 27%, dan bituminus 14%. Antrasit yang merupakan batubara terbaik, hanya berjumlah kurang dari 0,5% dari total cadangan (Anonim, 2007).

Pemanfaatan batubara di Indonesia sebagai sumber daya energi alternatif belum optimal, salah satu penyebabnya karena rendahnya kualitas batubara. Oleh sebab itu perlu adanya upaya dalam meningkatkan kualitas batubara dengan meningkatkan nilai kalor pembakaran dari batubara khususnya batubara yang tergolong muda. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kalor pembakaran batubara adalah dengan meningkatkan kadar karbon tertambat batubara. Kenaikan kadar karbon tertambat dapat dihubungkan dengan kadar abu, kadar air, zat terbang yang terkandung didalam batubara.

Menurunnya kadar abu batubara mengindikasikan berkurangnya kadar mineral yang terkandung didalam batubara tersebut (Meyers R, 1988), sehingga karbon dapat terbakar dengan sempurna dan menyebabkan kalor pembakaran batubara lebih meningkat. Menurut Roesyadi (2006), selain mereduksi kadar sulfur batubara flotasi dapat juga digunakan untuk menurunkan kadar abu di dalam batubara.

Menurunnya kuantitas dari material-material anorganik dalam batubara dapat menaikkan nilai kalor pembakarannya. Material anorganik sangat sukar terbakar dan hanya dapat tereduksi menjadi oksidanya dalam bentuk abu.

Kadar air juga mempengaruhi kadar karbon tertambat batubara. Kadar air dapat meningkatkan kehilangan panas batubara, karena penguapan dan pemanasan berlebih dari uap. Semakin banyak kadar air yang dapat diturunkan maka karbon yang

tertambat dalam batubara dapat mengalami pembakaran dengan maksimal.

Kadar karbon tertambat juga berhubungan erat dengan kadar zat terbang, karena karbon yang tertambat dapat diketahui setelah zat terbang dipisahkan dari batubara. Kandungan zat terbang mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas api, penilaian tersebut didasarkan pada rasio atau perbandingan antara kandungan karbon (*fixed carbon*) dengan zat terbang, yang disebut dengan rasio bahan bakar (*fuel ratio*). Semakin tinggi nilai fuel ratio maka jumlah karbon di dalam batubara yang tidak terbakar juga semakin banyak.

Penurunan kadar abu, kadar air dan kadar zat terbang dapat dilakukan dengan proses *gravity separation* (pemisahan dengan gravitasi), *froth flotation* (penggumpalan dengan pembuihan) dan agglomerasi (Tsai, SC. 1982).

Penelitian menggunakan metode froth flotation dalam meningkatkan kalor pembakaran dengan alasan peralatannya yang relatif sederhana dan efisien dalam penggunaannya. Parameter penelitian ini didasarkan pada ukuran partikel batubara dan volume agen pembuih (*frother*). Berdasarkan parameter tersebut maka akan didapat keadaan optimum yang tepat, guna meningkatkan kalor pembakaran batubara.

## METODE PENELITIAN

### Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan yaitu : alat froth Flotation, ayakan, furnace, oven,

kalorimeter bom, tabung gas O<sub>2</sub>, piknometer, dan seperangkat peralatan gelas. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian ini terdiri atas : akuades, *pine oil* (frother) dan batubara sub-bituminus.

## Prosedur Kerja

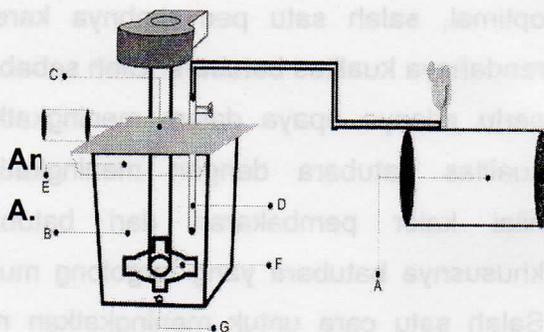
### Persiapan Sampel

Sampel batubara sub-bituminus digerus kemudian diayak dengan variasi ukuran 20,40,60,80 dan 100 mesh. Sampel siap untuk dianalisa lebih lanjut.

### Proses Froth Flotasi

Sampel batubara sub-bituminus sebanyak 100 g yang berasal dari setiap komposisi variasi ukuran partikel 20, 40, 60, 80, dan 100 mesh dan volume frother 5, 10, 15, 20, 25 ml. Proses flotasi pada penelitian ini melalui 2 tahap yaitu tahap pengkondisian dan tahap aerasi. Tahap pengkondisian diawali dengan memasukkan sampel batubara kedalam sel flotasi (B), kemudian di tambahkan kolektor utama (air) sebanyak 2 L ke dalam sel flotasi dan juga dilakukan penambahan reagen pembuih (*pine oil*). Lama waktu yang digunakan adalah selama 6 menit dengan kecepatan impeller (F) 347 rpm, setelah 6 menit berlangsung dilakukan tahap aerasi dengan mengalirkan udara dari kompresor (A) ke selang (D) yang berada di dalam sel flotasi selama 4 menit, kemudian dihidupkan pengaduk (C). Selama tahap aerasi ini berlangsung, hasil pengadukan ditampung konsentrasinya dibagian overflow (E), kemudian konsentrat dicuci dengan

akuades, dikeringkan didalam oven pada suhu 102°C.



**Gambar 1.** Gambar alat flotasi

Keterangan Gambar :

- A = Kompresor
- B = Sel Flotasi
- C = Pengaduk
- D = Selang
- E = Bagian Overflow
- F = Impeller
- G = Dasar Sel Flotasi

## Analisa Kadar Proksimat

### A. Analisa Kelembaban (*Moisture*)

Sebanyak 1 g sampel batubara sebelum dan sesudah flotasi dimasukkan dalam cawan porselen dan ditimbang. Cawan yang berisi sampel dipanaskan di dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan kemudian ditimbang didapat berat awal, diulangi perlakuan sampai didapat nilai yang konstan kemudian dihitung kadar kelembabannya.

### B. Analisa Kadar Abu (*Ash*)

Sebanyak 0,5 g sampel batubara sebelum dan sesudah flotasi dimasukkan ke dalam cawan porselen lalu ditimbang, dipanaskan dengan furnace pada suhu 900°C selama 1 jam, didinginkan di

desikator lalu ditimbang, dan dihitung kadar abunya.

### C. Analisa Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Sebanyak 0,5 g sampel batubara sebelum dan sesudah flotasi dimasukkan dalam cawan porselen dengan cawan tertutup kemudian dipanaskan pada suhu 900°C didalam *furnace* selama 7 menit, didinginkan di dalam desikator dan ditimbang, kemudian dihitung kadar zat terbangnya.

### D. Analisa Nilai Karbon (*fixed carbon*)

Analisa nilai karbon tertambat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FC = 100 \% - (\text{abu} + \text{kelembaban} + VM)\%$$

#### Penentuan Kalor Pembakaran

Penentuan kalor pembakaran dilakukan dengan bom kalorimeter. Produk flotasi batubara sebanyak 1 g pada komposisi variasi ukuran partikel 20, 40, 60, 80 dan 100 mesh dan volume frother 5, 10, 15, 20, 25 mL dimasukkan kedalam wadah sampel, dimana pada konduktor pembakarnya telah dipasang kawat nikel dan ditutup rapat sebelumnya kawat nikel ditimbang dan dicatat beratnya ( $b_1$ ). Bomb dialiri dengan gas  $O_2$  pada tekanan 30 atm. Bomb telah siap direndam kedalam bak air yang berada pada alat kalorimeter. Suhu sebelum pembakaran dijaga konstan lalu dicatat ( $t_1$ ). Pada saat pembakaran, air didalam kalorimeter harus diaduk secara terus-menerus. Panas yang dihasilkan akan menyebabkan suhu meningkat. Peningkatan suhu air ( $t_2$ ) pada termometer dicatat, setelah itu kawat nikel yang terbakar

dikeluarkan dari bomb dan ditimbang beratnya ( $b_2$ ) dan dilakukan analisis data untuk menentukan kalor pembakaran batubara.

#### Analisa Data

Penentuan kalor pembakaran batubara dihitung menggunakan rumus :

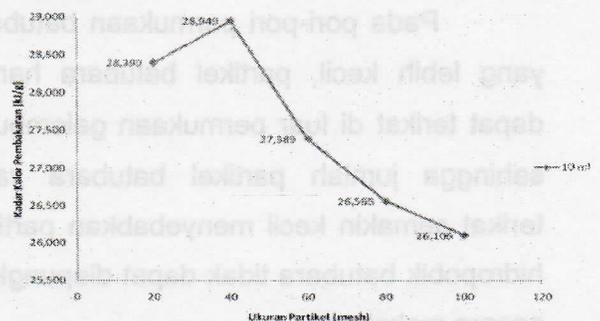
$Q = m.c. \Delta T$ . Sebelum nilai tersebut dapat dihitung terlebih dahulu harus ditentukan selisih suhu yang didapat yaitu menggunakan rumus :  $\Delta t = t_2 - t_1$  dan selisih berat nikel menggunakan rumus :  $\Delta b = b_2 - b_1$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Analisa Proksimat Kadar Air Lembab (*Inherent Moisture*)

#### 1.1 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Batubara Hasil Flotasi

Ukuran partikel yang memberikan kenaikan kalor pembakaran maksimum merupakan kondisi optimum pada proses flotasi ini. Berdasarkan variasi ukuran partikel yang digunakan (20,40,60,80, dan 100 mesh), hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada ukuran partikel 40 mesh. Grafik berikut memperlihatkan kondisi optimum yang diperoleh :



**Gambar 2.** Pengaruh ukuran partikel terhadap nilai kalor pembakaran batubara hasil flotasi

Pada ukuran partikel 40 mesh permukaan batubara memiliki pori-pori yang optimum, akibatnya kemampuan gelembung dalam mengikat partikel hidropobik menjadi maksimal. Semakin banyak partikel hidropobik yang dapat berikatan dengan gelembung semakin banyak material organik yang dapat diapungkan, maka proses pemisahan batubara dengan pengotornya (material anorganik) menjadi lebih maksimal.

Gambar 2 juga menunjukkan adanya penyimpangan pada ukuran partikel 20 mesh yaitu terjadinya penurunan nilai kalor pembakaran batubara. Hal ini terjadi karena pada ukuran partikel tersebut batubara memiliki pori-pori yang lebih besar dari pada ukuran partikel 40 mesh sehingga jumlah partikel batubara yang berikatan dengan gelembung lebih sedikit dan mempengaruhi kuantitas konsentrat yang diapungkan.

Berbeda halnya dengan penurunan nilai kalor pembakaran batubara yang terjadi pada ukuran partikel 60, 80 dan 100 mesh. Pada kondisi ini penyimpangan terjadi karena semakin besar ukuran mesh batubara semakin sedikit pori-pori permukaan batubara (Meyers,R.1988).

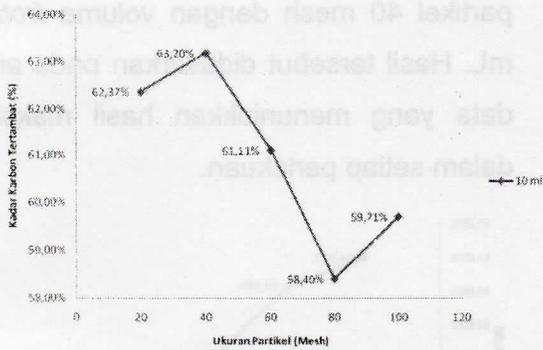
Pada pori-pori permukaan batubara yang lebih kecil, partikel batubara hanya dapat terikat di luar permukaan gelembung sehingga jumlah partikel batubara yang terikat semakin kecil menyebabkan partikel hidropobik batubara tidak dapat diapungkan secara maksimal.

## 1.2 Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kadar Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*) Batubara Hasil Flotasi

Pada gambar 3 terlihat bahwa kadar karbon tertambat bernilai optimum pada kondisi ukuran partikel 40 mesh. Hal ini menjelaskan bahwa pada ukuran partikel tersebut partikel-partikel pengotor dapat dipisahkan dengan maksimal, karena pada kondisi ini pori-pori batubara memiliki ukuran yang optimum dan menyebabkan sudut kontak yang terbentuk menjadi lebih optimal. Permukaan partikel material-material organik yang bersifat hidropobik lebih mudah diikat oleh gelembung sehingga dapat diapungkan dengan maksimal. Semakin banyak material organik yang dapat diapungkan semakin banyak material pengotor yang dapat dipisahkan.

Pada ukuran partikel 60, 80 dan 100 mesh terlihat bahwa semakin halus ukuran partikel batubara semakin turun kadar karbon tertambatnya. Hal ini terjadi karena semakin halus ukuran partikel batubara semakin sedikit pori-pori permukaan batubara tersebut.

Pada pori-pori permukaan yang lebih kecil sifat hidropobik permukaan material organik menjadi semakin kecil, karena pada jumlah pori-pori permukaan yang lebih kecil partikel hanya dapat menempel diluar permukaan buih dan mengakibatkan partikel yang diikat lebih cepat terpenuhi sehingga jumlah partikel hidropobik yang dapat diangkat menjadi lebih sedikit.



**Gambar 3.** Pengaruh ukuran partikel terhadap kadar karbon tertambat batubara hasil flotasi

### 1.3 Pengaruh Volume *Frother* Terhadap Nilai Kalor pembakaran Batubara Hasil Flotasi

Bertambahnya jumlah *frother* dalam flotasi dapat membantu memperbaiki kekuatan gelembung udara yang sebelumnya dihasilkan melalui perputaran *impeller*. *Frother* berperan dalam menurunkan tegangan permukaan pada keadaan yang minimum sehingga dapat menstabilkan gelembung dan membuat gelembung dapat mengikat partikel hidropobik menjadi lebih besar.

Berdasarkan hasil pengamatan, gelembung yang dihasilkan pada penambahan *frother* yang kecil memiliki ukuran gelembung yang sangat besar. Hal ini terjadi karena tegangan permukaan yang dihasilkan sangatlah kecil dan kerja kohesi menurun sehingga gelembung yang dihasilkan sangatlah besar dan ini mempengaruhi keterikatannya dengan partikel hidropobik.

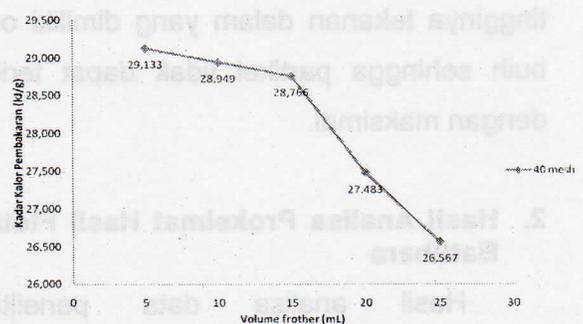
Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil volume *frother* yang ditambahkan semakin tinggi nilai kalor pembakaran batubara yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil pengamatan, hal ini terjadi karena semakin kecil volume *frother* yang diberikan maka tegangan permukaan yang dihasilkan berada pada keadaan yang minimum sehingga memiliki tekanan dalam buih yang sangat rendah.

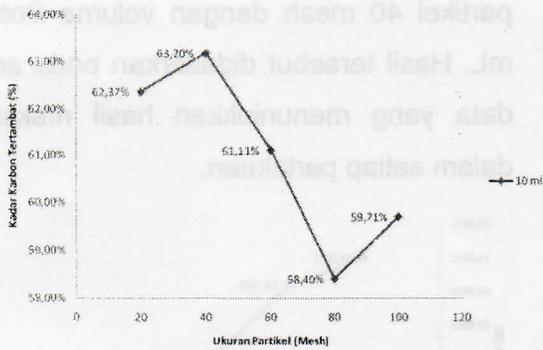
Hal ini menyebabkan partikel batubara yang bersifat hidropobik ketika berikatan dengan buih yang memiliki tekanan dalam yang rendah akan lebih mudah terikat kedalam buih. Batubara yang telah terangkut memiliki kuantitas zat-zat anorganik yang sangat sedikit sehingga dapat meningkatkan kadar kalor pembakaran batubara (Hansen, *et al.* 1988).

Hasil yang diperoleh berbeda pada penambahan volume *frother* yang lebih besar, buih yang dihasilkan akan semakin menyebar dengan cepat karena tegangan permukaan yang dihasilkan sangatlah besar.

Tegangan permukaan yang sangat besar dapat memperkecil tekanan keatas (daya angkut) karena kondisi buih pada keadaan tersebut memiliki tekanan dalam yang sangat besar, sehingga pada keadaan ini partikel-partikel hidropobik batubara lebih mudah terlepas jika berikatan dengan buih.



**Gambar 4.** Pengaruh volume *frother* terhadap nilai kalor pembakaran batubara hasil flotasi



**Gambar 3.** Pengaruh ukuran partikel terhadap kadar karbon tertambat batubara hasil flotasi

### 1.3 Pengaruh Volume *Frother* Terhadap Nilai Kalor pembakaran Batubara Hasil Flotasi

Bertambahnya jumlah *frother* dalam flotasi dapat membantu memperbaiki kekuatan gelembung udara yang sebelumnya dihasilkan melalui perputaran *impeller*. *Frother* berperan dalam menurunkan tegangan permukaan pada keadaan yang minimum sehingga dapat menstabilkan gelembung dan membuat gelembung dapat mengikat partikel hidropobik menjadi lebih besar.

Berdasarkan hasil pengamatan, gelembung yang dihasilkan pada penambahan *frother* yang kecil memiliki ukuran gelembung yang sangat besar. Hal ini terjadi karena tegangan permukaan yang dihasilkan sangatlah kecil dan kerja kohesi menurun sehingga gelembung yang dihasilkan sangatlah besar dan ini mempengaruhi keterikatannya dengan partikel hidropobik.

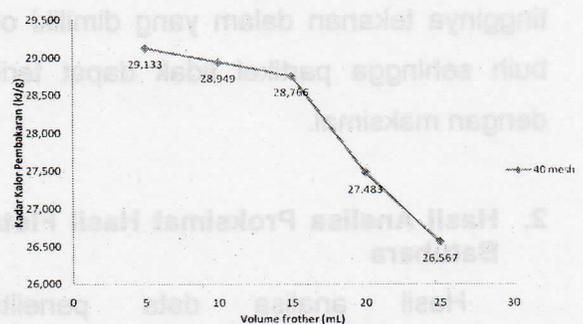
Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil volume *frother* yang ditambahkan semakin tinggi nilai kalor pembakaran batubara yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil pengamatan, hal ini terjadi karena semakin kecil volume *frother* yang diberikan maka tegangan permukaan yang dihasilkan berada pada keadaan yang minimum sehingga memiliki tekanan dalam buih yang sangat rendah.

Hal ini menyebabkan partikel batubara yang bersifat hidropobik ketika berikatan dengan buih yang memiliki tekanan dalam yang rendah akan lebih mudah terikat kedalam buih. Batubara yang telah terangkut memiliki kuantitas zat-zat anorganik yang sangat sedikit sehingga dapat meningkatkan kadar kalor pembakaran batubara (Hansen, *et al.* 1988).

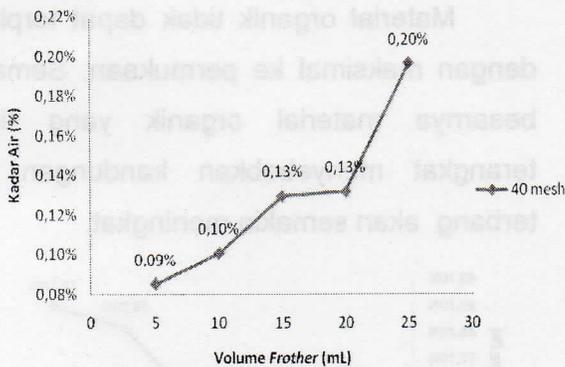
Hasil yang diperoleh berbeda pada penambahan volume *frother* yang lebih besar, buih yang dihasilkan akan semakin menyebar dengan cepat karena tegangan permukaan yang dihasilkan sangatlah besar.

Tegangan permukaan yang sangat besar dapat memperkecil tekanan keatas (daya angkut) karena kondisi buih pada keadaan tersebut memiliki tekanan dalam yang sangat besar, sehingga pada keadaan ini partikel-partikel hidropobik batubara lebih mudah terlepas jika berikatan dengan buih.



**Gambar 4.** Pengaruh volume *frother* terhadap nilai kalor pembakaran batubara hasil flotasi

volume *frother* yang ditambahkan semakin rendah kadar air lembab yang dimiliki batubara.



**Gambar 6.** Hasil kadar air batubara setelah diflotasi

Hal ini terjadi karena kecilnya volume *frother* yang ditambahkan dapat menyebabkan tegangan antar muka menjadi lebih rendah sehingga membuat buih yang dihasilkan memiliki tekanan dalam gelembung yang kecil (Shaw, D.J. 1980).

Semakin kecil tekanan dalam gelembung menyebabkan pengikatan gelembung dengan partikel hidropobik akan semakin besar dan jumlah partikel yang akan diapungkan akan semakin banyak.

Partikel hidropobik yang diapungkan tersebut merupakan material-material organik (batubara bersih). Pada prinsipnya flotasi didasarkan pada gejala perbedaan sifat partikel antara partikel mudah dibasahi (hidrofilik) dan partikel sulit dibasahi (hidropobik). Pada prosesnya, material-material anorganik (hidrofilik) tersebut akan tetap berada pada fasa air yang terdapat dalam sel flotasi.

Menurut Tsai (1982) hampir semua zat anorganik dapat dibasahi oleh fasa air (bersifat hidrofilik). Faktor lain yang dapat

mempengaruhi yaitu adanya pengaruh perbedaan gaya gravitasi menyebabkan material anorganik yang memiliki berat jenis yang lebih besar akan tetap berada di dalam sel flotasi.

Dipihak lain partikel-partikel hidropobik menempel pada gelembung, naik kepermukaan membentuk buih yang mengandung partikel (material organik) dan dipisahkan dari pengotornya.

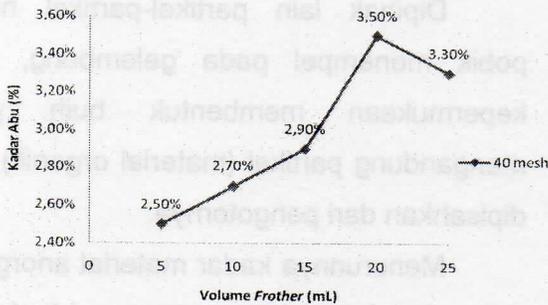
Menurunnya kadar material anorganik dalam batubara akan mengurangi kadar air lembab pada batubara karena zat anorganik merupakan material yang dapat mengikat air dengan mudah (Tsai, SC. 1982).

## 2.2 Kadar Abu (Ash Content)

Abu batubara berasal dari pembakaran yang tidak sempurna terhadap material anorganik yang terdapat di dalam batubara. Data analisa sebelum flotasi didapat kadar abu batubara sebesar 15,8%, setelah dilakukan proses flotasi kadar abu batubara turun menjadi 2,5%, artinya kadar abu batubara mengalami persen penurunan sebesar 84,17%. Gambar 7 memperlihatkan bahwa semakin kecil volume *frother* yang digunakan semakin kecil kadar abu yang dihasilkan. Penurunan ini terjadi karena semakin kecil agen *frother* yang ditambahkan, gelembung yang dihasilkan akan semakin tersebar merata dan memiliki daya angkut yang lebih stabil.

Kestabilan daya angkut tersebut menyebabkan pemisahan menjadi lebih maksimal, karena gelembung dengan tekanan yang stabil dapat mengangkat

material organik tanpa adanya material anorganik yang ikut didalamnya. Semakin besar material anorganik yang dapat dipisahkan maka semakin rendah kadar abu yang dihasilkan (Orhan.1997).



**Gambar 7.** Hasil kadar abu batubara setelah flotasi

### 2.3 Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

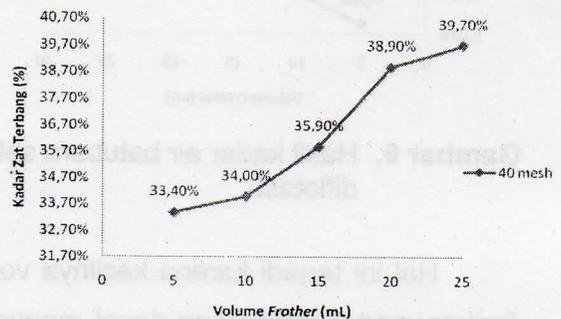
Besar kecilnya kadar zat terbang juga akan mempengaruhi kualitas batubara. Kadar zat terbang adalah kandungan batubara (hidrogen, nitrogen, metan) yang terbebaskan pada temperatur tinggi (<http://puslitbang.tekmira.go.id>).

Kadar zat terbang yang dihasilkan sebelum flotasi yaitu sebesar 36,60%, dan setelah diflotasi mengalami penurunan sebesar 8,74% yaitu menjadi 33,4%. Penurunan kadar zat terbang dapat meningkatkan kalor pembakaran batubara. Rendahnya kadar zat terbang mengindikasikan semakin sedikit kandungan batubara yang terbebaskan.

Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin besar volume *frother* yang ditambahkan semakin tinggi kadar zat terbang yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin besar volume *frother* yang ditambahkan, buih yang dihasilkan memiliki

tegangan permukaan dan tekanan dalam yang besar, sehingga kapasitas daya angkut buih akan semakin kecil.

Material organik tidak dapat terpisah dengan maksimal ke permukaan. Semakin besarnya material organik yang tidak terangkat menyebabkan kandungan zat terbang akan semakin meningkat.



**Gambar 8.** Hasil kadar zat terbang batubara setelah diflotasi

### 2.4 Kadar Karbon Tertambat

Kadar karbon tertambat merupakan faktor penting dalam mempengaruhi kalor pembakaran batubara. Semakin banyak karbon yang berada didalam batubara semakin besar pembakaran batubara yang dihasilkan (Meyers, R.1988). Hasil penelitian menunjukkan data sebelum flotasi kadar karbon tertambat batubara maksimum sebesar 46,28%, setelah dilakukan proses flotasi kadar karbon tertambat meningkat menjadi sebesar 64,01% dengan persen kenaikan sebesar 38,31%. Pada gambar 10 terlihat bahwa semakin kecil volume *frother* yang ditambahkan semakin besar kadar karbon tertambat yang dihasilkan. Meningkatnya kadar karbon tertambat sangat berhubungan dengan penurunan kadar abu (*Ash*), air lembab (*IM*) dan zat

terbang (VM), hubungan ini dapat dirumuskan dalam persamaan berikut :

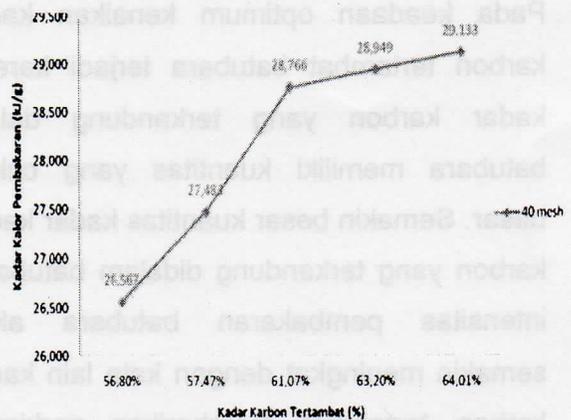
$$FC = 100\% - (IM + Ash + VM)$$

Turunnya kadar abu batubara berarti hilangnya kuantitas material anorganik (pengotor), material anorganik sangat sukar terbakar dan hanya dapat tereduksi menjadi oksidanya, sehingga oksida yang terbentuk tersebut dihasilkan dalam bentuk abu. Begitu juga pengaruh dari kadar zat terbang batubara, kandungan VM mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas api.

Penilaian tersebut berdasarkan rasio antara karbon tertambat (*fixed carbon*) dengan zat terbang, yang disebut dengan rasio bahan bakar (*fuel ratio*). Jika perbandingan tersebut nilainya lebih besar dari 1 : 2, maka proses pengapian yang digunakan kurang baik sehingga mengakibatkan kecepatan pembakaran menurun.

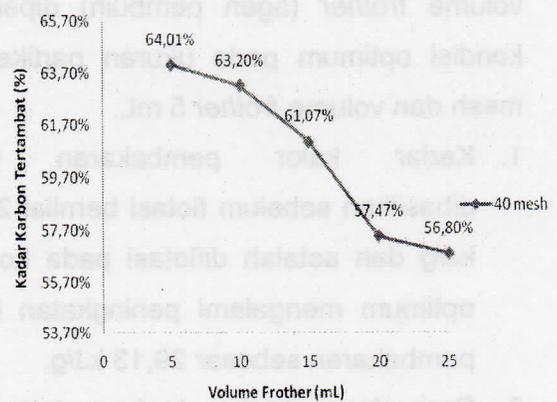
Berdasarkan grafik pada gambar 9 diperoleh nilai terendah kadar zat terbang sebesar 33,40%, sehingga bila dibandingkan dengan kadar karbon tertambat 64,01% maka akan didapat perbandingan sebesar 1 : 2. Hal ini menunjukkan bahwa batubara yang diperoleh dari hasil flotasi ini memiliki kecepatan pembakaran dan pengapian yang cukup baik. Sama halnya dengan kadar abu dan zat terbang, kadar air lembab juga mempunyai peranan dalam mempengaruhi pembakaran batubara. Batubara yang memiliki kadar air yang tinggi dapat menyebabkan penguapan yang tinggi dan mengakibatkan karbon tidak dapat dibakar

dengan sempurna sehingga meningkatkan kehilangan kalor pembakaran batubara.



Gambar 9. Hasil kadar karbon tertambat batubara setelah diflotasi

### 2.5 Pengaruh Kadar Kalor Tertambat (FC) Terhadap Kenaikan Nilai Kalor Pembakaran Batubara Hasil Flotasi



Gambar 10. Perbandingan nilai karbon tertambat dengan kalor pembakaran batubara hasil flotasi

*Fixed Carbon* merupakan nilai kadar karbon yang terkandung dalam batubara, FC ditentukan melalui pengurangan 100 persen dengan kadar zat abu, zat terbang dan kadar zat air. Pengurangan ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar karbon yang akan terbakar selama proses pembakaran batubara. Gambar 10 menunjukkan nilai karbon tertambat dengan

kadar kalor pembakaran pada batubara mempunyai nilai yang berbanding lurus. Pada keadaan optimum kenaikan kadar karbon tertambat batubara terjadi karena kadar karbon yang terkandung dalam batubara memiliki kuantitas yang cukup besar. Semakin besar kuantitas kadar karbon yang terkandung didalam batubara, intensitas pembakaran batubara akan semakin meningkat dengan kata lain kadar karbon tertambat memberikan perkiraan kasar terhadap nilai kalor pembakaran batubara (Anonim,2006).

## KESIMPULAN

Pada variasi ukuran partikel dan volume *frother* (agen pembuih) diperoleh kondisi optimum pada ukuran partikel 40 mesh dan volume *frother* 5 mL.

1. Kadar kalor pembakaran yang dihasilkan sebelum flotasi bernilai 26,19 kJ/g dan setelah diflotasi pada kondisi optimum mengalami peningkatan kalor pembakaran sebesar 29,13 kJ/g.
2. Persentase kadar karbon tertambat batubara dapat dinaikkan sebesar 38,31% dengan menurunkan persentase kadar air lembab sebesar 93,18%, kadar abu 84,17%, dan kadar zat terbang 8,74%.

## SARAN

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kondisi flotasi dengan menggunakan variabel lain seperti pH, kecepatan agitator, persen solid, dan dosis kolektor.

2. Perlu diteliti lebih lanjut untuk menganalisa logam-logam dan analisa ultimat terhadap hasil flotasi batubara.

## DAFTAR PUSTAKA

- , 1982. *Annual Book of ASTM Standarts*. Part 26. ASTM 1916 Race St. Philadelphia, Pa.19103. Easton, USA. Hal 203-376.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika*. Alih Bahasa Drs. Irma L. Kartohadiprojo, Jilid II, Edisi IV. Erlangga. Jakarta.
- Hansen, R, D *et al*. 1988. *Method For The Forth Flotation*. The Patent Cooperation Treaty. USA.
- Hasyim, M. Ir.MME. Prof.1992. *Pengolahan Mineral Secara Flotasi*. Fakultas Teknik Unsri, Inderalaya.
- Laidler, KJ. & John.H.Meiser.1982. *Phisical Chemistry*. The Benjamin/CummingPublisihing Company, Inc, California.
- Meyers, A.R. 1988. *Coal Handbook*. TRW Energy System Groups Redendo Beach. California. Hal 61-227.
- Orhan,C.*CoalFlotation*.<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/5555/coalflot.htm>. 15 September 1997.
- Petrucci, R.H. 2000. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*.Jilid I. Edisi IV. Erlangga. Jakarta.
- Raharjo, B. 2006. *Mengenal Batubara*. [Berita Iptek]. Indonesia Energi Information Center. <http://inden.org/batubara.pdf>
- Roesyadi, A. 2006. *Desulfurisasi Batubara Asal Sulawesi dengan Flotasi*. [Research Report] ITS Library-3100005066088. Surabaya.
- Shaw, D.J.1980.*Introduction To Colloid and Surface Chemistry*. Third Edition.Butterworth & Co (Publisher) Ltd. Hal : 127-143.
- Tsai, SC. 1982. *Fundamental of Coal Benefication and Utilization*.Vol.2. Elveser Scientific Publishing Company. Netherland. Hal : 332-334