

# PEMBUATAN PROTOTIPE ALAT PENCUCIAN BATUBARA DENGAN METODE FLOTASI

Tito Alfredo<sup>1\*</sup>, Fadhillah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*[titoalfredo059@gmail.com](mailto:titoalfredo059@gmail.com)

**Abstract.** Coal washing can be done by various methods. One method of washing that is quite easy to do is by flotation method. Coal washing is usually done in large companies with tools that tend to be large and costly. In the mining laboratory of Universitas Negeri Padang there is no coal leaching tool using flotation method. It is expected that with the manufacture of this tool can be a reference for the practice of washing coal with flotation methods in the mining lab of Universitas Negeri Padang. The tool functions normally and the coal sample has undergone a washing process so that a froth arises indicating the coal has been washed because it is lifted with froth. From the performance of the tool and the results obtained from the sample before and experienced washing where there was a reduction in sulfur levels in the sample from 0.378 % Adb decreased after washing to 0.235%Adb. There was a decrease in sulfur content of 0.143 %Adb. From the performance of the tool and the results obtained from the sample before and experienced washing where there was an increase in caloric value Data sample value of coal calories before washing obtained by 7689.87 Kcal / g, after washing there was an increase in caloric value to 8414.30 Kcal/g. there was an increase in caloric value of 724.43 Kcal/g.

**Keywords:** flotation, washing, prototype, tools, coal

## 1. Pendahuluan

Batubara yang diperoleh dari hasil penambangan mengandung bahan pengotor (impurities). Hal ini bisa terjadi ketika proses coalification ataupun pada proses penambangan. Ada dua jenis pengotor batubara yaitu Inherent impurities, merupakan pengotor bawaan yang terdapat dalam batubara. Batubara yang sudah dibakar memberikan sisa abu. Pengotor bawaan ini terjadi bersama-sama pada proses pembentukan batubara. Pengotor tersebut dapat berupa gipsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ), pirit ( $\text{FeS}_2$ ), silica ( $\text{SiO}_2$ ). Pengotor ini tidak mungkin dihilangkan sama sekali, tetapi dapat dikurangi dengan melakukan pembersihan. Eksternal impurities, merupakan pengotor yang berasal dari luar, timbul pada saat proses penambangan antara lain terbawanya tanah yang berasal dari lapisan penutup. Satu cara untuk membersihkan batubara adalah dengan cara mudah sizing bongkahan yang lebih kecil dan mencucinya<sup>[1]</sup>.

Sulfur dari bahan organik dapat dikurangi kadarnya dengan cara mencuci batubara tersebut, salah satu metoda yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan metoda flotasi<sup>[2]</sup>.

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 hidrofobik partikel mineral/batubara yang berhubungan dengan sifat adhesi surfaktan, densiti mineral dan juga tegangan permukaan. Flotasi buih pada batubara diawali dengan penggilingan dan penghalusan untuk mendapatkan permukaan butiran yang seluas luasnya sehingga dimungkinkan terjadinya kontak maksimum antara gelombang udara dengan butiran batubara<sup>[3]</sup>.

Mineral hidrofobik alami seperti batubara dapat mengapung dalam larutan elektrolit tanpa menggunakan kolektor dan frothers. Menunjukkan bahwa efisiensi flotasi tergantung pada tingkat perpaduan gelembung. Mereka kemudian menegaskan bahwa sementara flotasi batubara menurun pada konsentrasi garam rendah, flotasi meningkat pada garam yang lebih tinggi. Air laut merupakan sumber konsentrasi garam. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Pencucian batubara dengan air laut. Pada tiap sampel yang peneliti lakukan mengalami pengurangan kadar sulfur yang cukup signifikan. Dengan rata-rata pengurangan kadar sulfur sebesar 25,04%. Pengurangan kadar sulfur tertinggi terjadi pada sampel ukuran 325 Mesh sebesar 28,9%. Dan pengurangan kadar sulfur terendah terjadi pada sampel ukuran 200 Mesh sebesar 19,6%<sup>[4]</sup>.

Penelitian untuk menurunkan kadar abu dan sulfur pada batubara dapat menggunakan campuran minyak sawit dengan kecepatan putaran 1450 rpm. Dari hasil penelitian, minyak goreng sawit dan minyak 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 minyak sawit mentah [5].

Pencucian batubara bisa dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu metode pencucian yang cukup mudah dilakukan adalah dengan metode flotasi. Pencucian batubara biasanya dilakukan di perusahaan besar dengan alat yang cenderung besar dan memakan biaya. Dengan pembuatan alat ini diharapkan dapat mempermudah penelitian tentang pencucian batubara.

Di laboratorium tambang Universitas Negeri Padang belum ada alat pencucian batubara menggunakan metoda flotasi. Diharapkan dengan pembuatan alat ini bisa menjadi acuan untuk praktek pencucian batubara dengan metoda flotasi dilaboratorium tambang Universitas Negeri Padang.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Pencucian batubara

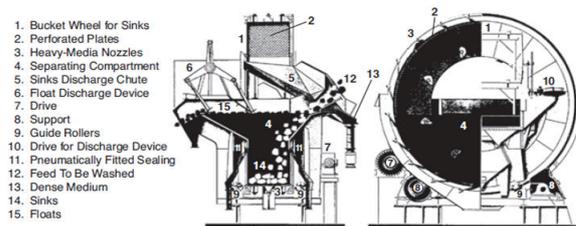
Pencucian ialah usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas batubara, agar batubara tersebut memenuhi syarat penggunaan tertentu. Termasuk didalamnya pembersihan untuk mengurangi impurities anorganik. Karakteristik batubara dan impurities yang utama ditinjau dari segi pencucian secara mekanis ialah komposisi ukuran yang disebut size consist, perbedaan berat jenis dari material yang dipisahkan, kimia permukaan, friability relatif dari batubara dan impuritiesnya serta kekuatan dan kekerasan [6].

Pencucian batubara dilakukan karena batubara hasil penambangan bukanlah batubara bersih, tapi masih banyak mengandung material pengotor, baik yang berupa pengotor homogen yang terejadi pada saat pembentukan batubara (*inherent impurity*), maupun pengotor yang dihasilkan pada saat penambangan (*exsterneous impurity*). Pencucian batubara bertujuan untuk memisahkan batubara dengan material pengotornya serta untuk menspesifikasikan ukuran batubara hasil tambang sesuai dengan permintaan konsumen. Metoda Pencucian Batubara :

#### a) *Dense medium separation (DMS)*

Konsentrasi media berat (*dense/heavy medium separation*) merupakan proses konsentrasi yang bertujuan memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan berdasarkan berat jenisnya, biasanya mineral ringan dengan menggunakan media pemisahan yang tidak hanya terdiri dari air saja. Operasi pencucian batubara dengan DMS dilakukan dengan mencelupkan batubara asal ke dalam media yang berat jenisnya terletak di antara batubara bersih dan berat jenis *impurities* yang lebih berat. DMS yang beroperasi secara komersial

menggunakan suspensi padatan di dalam air untuk mengolah batubara mulai dari ukuran 0,5 mm sampai berukuran 100 mm

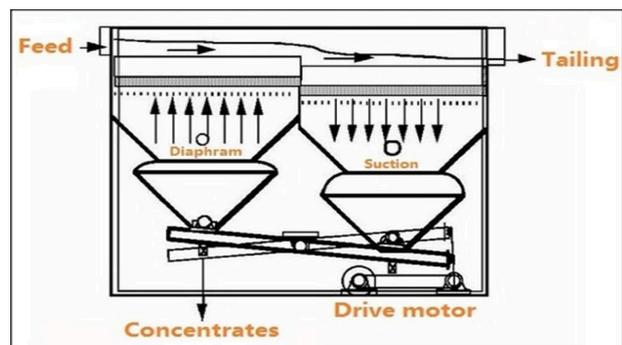


Sumber : Pencucian Batubara

**Gambar 1.** Alat DMS

#### b) *Jigging*

Jigging adalah proses pemisahan mineral yang berharga dengan mineral tidak berharga berdasarkan pada perbedaan berat jenis mineral tersebut dengan aliran fluida yang vertikal. Dalam jigging terjadi stratifikasi atau peralihan pada partikel yang akan dipisahkan. Hal ini terjadi karena partikel-partikel tersebut berbeda berat jenisnya. Proses ini dapat mengolah batubara mulai dari ukuran maksimum 20 cm sampai ukuran kecil 0,5 mm. Jigging dilakukan pada alat yang disebut dengan jig. Jig merupakan salah satu alat pemisahan yang berdasarkan perbedaan berat jenis, bekerja secara mekanis yang menggunakan adanya perbedaan kemampuan menerobos dari butiran yang akan dipisahkan terhadap suatu lapisan pemisah (bed). Secara umum jig merupakan suatu tangki terbuka yang berisi air dengan saringan horizontal terletak pada bagian atasnya dimana terdapat lapisan pemisah. Jig biasanya digunakan untuk memperoleh logam-logam berat seperti : emas, bijih besi, dan juga untuk pencucian batubara.



Sumber : Pencucian Batubara

**Gambar 2.** Sistem kerja alat Jig

#### c) *Flowing film*

Konsentrasi batubara pada aliran tipis (*flowing film*) hanya diterapkan pada batubara berukuran kecil yaitu  $\sim 2$  mm dan dengan laju yang rendah pula (kapasitas alat kecil). Oleh karena itu tidak semua alat konsentrasi *flowing film* dapat digunakan pada pencucian batubara.

Alat yang umum digunakan adalah Humprey spiral dan dapat berfungsi dengan baik apabila : Ukuran partikel yang diolah antara -2,0 sampai 0,15 cm. Perbedaan berat jenis minimum 1.

d) Flotasi

Flotasi dapat diartikan sebagai suatu pemisahan suatu zat dari zat lainnya pada suatu cairan / larutan berdasarkan perbedaan sifat permukaan dari zat yang akan dipisahkan, dimana zat yang bersifat hidrofilik tetap berada fasa air sedangkan zat yang bersifat hidrofobik akan terikat pada gelembung udara dan akan terbawa ke permukaan larutan dan membentuk buih yang kemudian dapat dipisahkan dari cairan tersebut. Secara umum flotation melibatkan 3 fase yaitu cair (sebagai media), padat (partikel yang terkandung dalam cairan) dan gas (gelembung udara). Flotasi adalah proses konsentrasi mineral berharga berdasarkan perbedaan tegangan permukaan dari mineral didalam air (aqua) dengan cara mengapungkan mineral ke permukaan. Mekanisme flotasi didasarkan pada adanya partikel mineral yang dibasahi (hidrofilik) dengan partikel mineral yang tidak dibasahi (hidrofobik). Partikel - partikel yang basah tidak mengapung dan cenderung tetap berada dalam fasa air. Di lain pihak partikel-partikel hidrofobik (tidak dibasahi) menempel pada gelembung, naik ke permukaan, membentuk buih yang membentuk partikel dan dipisahkan.

## 2.2 Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang terbentuk dari deformasi dan dekomposisi dari sisa - sisa tumbuhan dalam jutaan tahun yang lalu sejak bumi terbentuk. Ikatan - ikatan hidrokarbon yang ada dalam sisa - sisa tumbuhan terdeformasi dengan melepaskan sebagian besar dari oksigen, hidrogen, dan susunan dari hidrokarbon tersebut terdekomposisi menjadi material yang mengandung karbon tinggi akibat terlepasnya zat - zat volatil yang terkandung didalamnya. Kualitas batubara terbentuk sesuai dengan kedalaman dari permukaan bumi. Batubara yang terbentuk dalam bumi dengan kedalaman tertentu akan mendapatkan tekanan dan panas tertentu sesuai dengan tingkat kedalamannya. Batubara yang terbentuk dengan mendapatkan tekanan dan panas yang besar akan memiliki kualitas yang lebih baik, seperti bituminus dan antrasit. Pertama-tama, sisa-sisa tumbuhan terdekomposisi menjadi batubara muda (brown coal), kemudian berubah menjadi lignit. Perubahan itu akan berlanjut dengan bertambahnya waktu menjadi batubara dengan kualitas yang lebih baik<sup>[7]</sup>.

## 2.3 Kandungan Sulfur dalam Batubara

Kandungan sulphur batubara adalah kadar sulphur keseluruhan yang terkandung dalam batubara yang

berasal dari sulphur pirit, sulfat, dan organik. Sulphur dianggap sebagai hal yang tidak diinginkan, tetapi keberadaannya pada semua jenis batubara secara ekonomis penting. Kadar sulphur pada batubara sangat bervariasi, dari yang berkadar rendah sampai tinggi. Adanya sulphur dalam batubara akan berpengaruh terhadap penggunaan batubara tersebut. Sulphur dalam batubara terdapat dalam tiga bentuk utama yaitu<sup>[7]</sup>:

a) Sulphur piritik ( $\text{FeS}_2$ )

Jumlahnya sekitar 20-30 % dari sulphur total dan berasosiasi dalam abu, terjadi baik sebagai makrodeposit (lensa, vein, joints, ball dsb). Dan mikrodeposit (partikel-partikel halus yang terdiseminasi). Sulphur piritik umumnya dapat dihilangkan dengan operasi pencucian.

b) Sulphur organik

Jumlahnya sekitar 20-80 % dari sulphur total dan secara kimia terikat dalam batubara, biasanya berasosiasi dengan sulfat dan sulfida selama proses pembatubaraan.

c) Sulphur sulfat

Kebanyakan sebagai kalsium sulfat dan besi sulfat, jumlahnya sangat kecil kecuali pada batubara yang telah terekspos dan telah teroksidasi.

Sulphur dalam batubara umum, biasanya hanya dalam jumlah kecil dan kemungkinan berasal dari protein tanaman pembentuk dan diperkaya oleh bakteri sulphur. Keberadaan sulphur dalam batubara biasanya lebih kecil. Kandungan sulphur yang tinggi dalam batubara dapat menyebabkan Terjadinya korosi pada tempat penyimpanan batubara. Meningkatnya oksidasi dan pemanasan dalam tempat penyimpanan, dapat mengakibatkan terjadinya pembakaran yang spontan. Mengakibatkan polusi udara secara umum, dimana ada pembatasan terhadap polusi<sup>[7]</sup>.

Sulphur dalam batubara dapat sebagai ikatan organik dan anorganik. Sulphur anorganik lebih mudah dihilangkan dengan proses pencucian. Jika batubara dibakar, semua sulphur organik dan sebagian besar sulphur piritik akan teroksidasi menjadi  $\text{SO}_3$ . Sulphur piritik dan sulphur sulfat yang tertinggal (tidak teroksidasi) berubah menjadi sulfida anorganik yang lebih stabil dan tertinggal dalam abu batu bara. Kecendrungan sebagian sulphur tertinggal dalam abu batubara sangat tergantung pada metoda pembakarannya untuk metoda tanur pembakaran pulverisasi. 10-15% sulphur dapat tertinggal dalam abu, untuk tanur siklon hanya sekitar 5% (hal ini mungkin karena temperatur pembakaran yang lebih tinggi), dan untuk tanur *stoker* bisa sampai 30% sulphur yang tertinggal dalam abu batubara, karena ukuran partikelnya yang relatif besar. Abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batubara mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi  $\text{SO}_3$  dari aliran gas pembakaran<sup>[7]</sup>.

## 2.4 Pencucian dengan Metode Flotasi

Flotasi dapat diartikan sebagai suatu pemisahan suatu zat dari zat lainnya pada suatu cairan / larutan berdasarkan perbedaan sifat permukaan dari zat yang akan dipisahkan, dimana zat yang bersifat hidrofilik tetap berada fasa air sedangkan zat yang bersifat hidrofobik akan terikat pada gelembung udara dan akan terbawa ke permukaan larutan dan membentuk buih yang kemudian dapat dipisahkan dari cairan tersebut. *Flotasi* merupakan suatu proses untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan menambahkan bahan kimia (*reagen*)<sup>[8]</sup>.

Pada proses ini mineral dapat dipandang atau dibedakan menjadi beberapa bagian<sup>[8]</sup>:

- a) Mineral benci air (*Hidrophobik*). Mineral yang permukaannya mempunyai lapisan non polar, sehingga sukar dibasahi air, tetapi mudah melekat pada gelembung udara, mineral ini umumnya mineral yang dikehendaki.
- b) Mineral senang air (*Hidrophilik*). Mineral yang permukaannya mempunyai lapisan polar, sehingga mudah dibasahi air, tetapi sukar melekat pada gelembung udara.

Pada umumnya pencucian dengan metoda flotasi memiliki beberapa prinsip. Prinsip - prinsip flotasi adalah sebagai berikut<sup>[8]</sup>:

- a) Adanya penempelan partikel (mineral) pada gelembung udara
- b) Gelembung mineral harus stabil
- c) Ada sifat sink and float

Dalam pencucian dengan metoda flotasi harus ada beberapa syarat yang dipenuhi. Syarat *Flotasi* adalah sebagai berikut<sup>[8]</sup>:

- a) Ada gelembung udara dalam cairan
- b) Ukuran bijih harus halus
- c) Derajat liberasi yang tinggi
- d) *Feed* dalam bentuk *pulp* (lumpur)

Untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan menambahkan bahan kimia (*reagen*). Reagen kimia yang digunakan pada proses *flotasi* terdiri dari<sup>[8]</sup>:

- a) *Kolektor*  
Adalah suatu bahan kimia organik yang gunanya untuk merubah sifat permukaan mineral yang tadinya senang air menjadi benci air. Kolektor memiliki Klasifikasi sebagai berikut:
  - 1) Kolektor Anion  
Umumnya kolektor ini digunakan pada pekerjaan *flotasi* mineral sulfida, tetapi juga memungkinkan dipakai pada *flotas* mineral non sulfide.
  - 2) Kolektor Kation  
Umumnya dipakai pada *flotasi* mineral asam seperti: *Kuarsa, Feldspar, Mika, Kaolin*, dan *Halida*. Umumnya kolektor kation adalah *amine* dengan rumus kimia  $NH_2$ .
- b) Non Polar

Secara fisik kolektor non polar adalah hidrokarbon cair, dari minyak atau batubara.

- c) *Modifier*  
Modifer merupakan bahan kimia an-organik yang fungsinya untuk mempengaruhi kerja kolektor. Modifier itu sendiri terdiri dari beberapa jenis reagent tertentu, yaitu:

- 1) *Aktivator*  
Adalah reagen yang ditambahkan untuk menambah interaksi antara partikel solid dengankolektor. Contohnya :  $cu^{++}$  untuk mengapungkan sfalerit dan  $ca^{++}$  untuk mengapungkan kuarsa.
- 2) *Dispersant*  
Adalah reagen yang digunakan untuk mencegah terjadinya peNggumpalan antara partikel solid. Contohnya:  $Na_2SO_3$
- 3) *Depresant*  
Adalah reagen yang ditambahkan untuk membentuk lapisan polar yang membungkus partikel solid sehingga menambah sifat hidrofobik ke partikel solid lain yang tidak diinginkan, Contoh :  $CN$ ,  $Zn$
- 4) *PH Regulator*  
Adalah reagen yang digunakan untuk mengontrol PH. Contohnya  $CaO$ ,  $Na_2CO_3$

- d) *Frother*  
*Frother* adalah zat kimia yang digunakan untuk membantu menstabilkan gelembung udara yang terbentuk, sehingga tidak mudah pecah. Gelembung-gelembung udara yang terbentuk harus dapat bergerak bebas di dalam pulp dan dapat mengambil partikel-partikel mineral berharga, kemudian diapungkan ke dalam pulp. Contoh dari *frother* adalah: *Dowfroth Flotation Frother Series*, *MIBC*, dan *Polyalkoxyparaffins*.

- e) *Aglomerasi*  
Abu yang terdapat dalam batubara merupakan suatu pengotor dan pada umumnya bersifat sebagai hidrofobik atau aerofilik. Jika batubara dicampur dengan minyak dan air, maka abu dalam batubara akan menempel pada minyak. Berat jenis minyak lebih ringan daripada berat jenis air, maka minyak akan terpisah dengan sendirinya dengan air. Berdasarkan hal tersebut maka abu yang menempel pada minyak akan dengan mudah dipisahkan. Distribusi ukuran batubara yang baik untuk proses aglomerasi adalah  $< 0,5$  mm.

*Flotasi* diterapkan pada batubara halus yang berukuran  $< 0,5$  mm. Berdasarkan kepada perbedaan sifat permukaan. Batubara adalah mineral hidrofobik yaitu bila dicelupkan ke dalam air tidak akan basah. Partikel yang tidak dibasahi ini bila berbenturan dengan gelembung udara akan langsung menempel (*aerofilik*). Untuk mengubah permukaan menjadi betul-betul hidrofobik, pengolahan seperti ini disebut *conditioning*, yaitu partikel padatan diolah dengan reagen kimia

tertentu untuk mengubah permukaannya menjadi hidrofobik. Proses flotasi dilakukan dalam alat yang disebut sel flotasi. Umpam yang telah di *conditioning* untuk memastikan permukaan batubara telah hidrofobik masuk ke sel flotasi melalui jalur pemasukan umpam. Udara masuk ke dalam sel melalui *impeller*, dan terbentuk gelembung-gelembung udara berukuran halus. Gelembung udara berbenturan dengan partikel batubara, menempel dan naik ke permukaan. Gelembung yang naik berkumpul di atas *pulp* dan dikeluarkan dengan bantuan *scraper* [6].

Mesin flotasi memiliki fungsi utama yang sama, yaitu partikel yang telah jadi hydrophobic akan bergabung bersama gelembung udara, sehingga partikel tersebut dapat mengambang di permukaan dan dipisahkan dari mineral lainnya. Sehingga untuk mendapatkan fungsi tersebut, suatu alat flotasi harus [8] :

- Mempertahankan suspensi seluruh partikel.
- Menjamin seluruh partikel dapat memasuki mesin sehingga memiliki kesempatan untuk terflotasi.
- Mendispersikan gelembung udara melalui pulp (campuran mineral dengan air)
- Menyebabkan adanya tabrakan antara gelembung udara dengan partikel hydrophobic sehingga partikel terbawa bersama gelembung udara ke permukaan.
- Menyediakan region pulp yang tidak bergerak secepat mungkin di bawah lapisan buih yang terbentuk.
- Menyediakan kedalaman yang cukup pada lapisan buih yang terdapat partikel mineralnya untuk dapat dialirkan.

Proses pencucian dengan metoda flotasi memiliki beberapa keuntungan dan kerugian, diantara lain adalah sebagai berikut [8] :

- Hampir semua bahan galian dapat dipisahkan dengan proses *flotasi*.
- Sifat permukaan dapat dikontrol dan diubah dengan *reagent*
- Flotasi* sangat cocok digunakan untuk pemisahan mineral-mineral sulfida.

Kerugian dari proses *flotasi* antara lain adalah:

- Biayanya mahal
- Metodenya rumit, karena harus diapungkan
- Dipengaruhi oleh slime

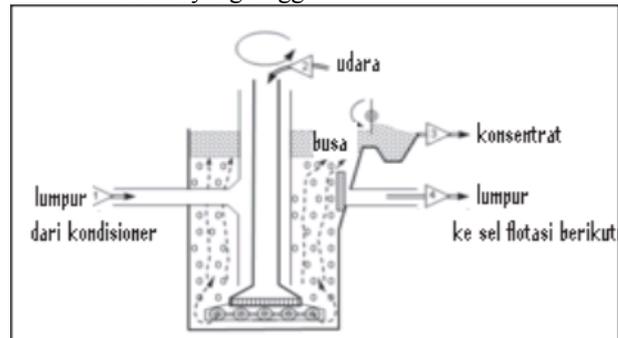
Dalam pencucian dengan metoda flotasi ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam flotasi batubara sebagai berikut [8]:

- Air yang dipakai ber-pH 6 – 7,5
- Persen solid *pulp* 3 % sampai 30%
- Temperatur ideal adalah di atas 40<sup>0</sup>, meski suhu kamar cukup memenuhi syarat.
- Kecepatan *impeller*
- Penambahan / jumlah *kolektor* dan *frother*.

Proses pencucian dengan metoda flotasi untuk batubara dan mineral memiliki beberapa

perbedaan. Perbedaan utama *flotasi* batubara dengan *flotasi* mineral sulfida adalah [8]:

- Kolektor pada *flotasi* batubara adalah minyak solar (diesel) yang bersifat non *ionizing collector*, sedangkan pada *flotasi* mineral sulfida digunakan *amyl xanthate*, yaitu *sulphydril collector*.
- Ukuran partikel *flotasi* batubara berukuran halus yang tidak dapat diproses dengan konsentrasi *gravimetri*. Untuk mineral sulfida untuk semua selang ukuran dapat diproses, tapi umumnya berukuran 65mesh agar diperoleh derajat liberasi yang tinggi



Sumber : Pencucian Batubara

**Gambar 7.** Sistem kerja sel *flotasi*

Berdasarkan proses dan sel flotasi, flotasi terdiri dari beberapa jenis diantaranya sebagai berikut :

Jenis flotasi berdasarkan prosesnya [8] :

- Flotasi Bulk**  
Flotasi ini dilakukan untuk bijih yang memiliki sekelompok mineral berharga, sehingga dihasilkan konsentrat yang terdiri sekelompok mineral berharga tersebut dengan kadar yang lebih tinggi dari sebelumnya. Jadi konsentrat yang terbentuk hanyalah satu jenis.
- Flotasi Diferensial**  
Jenis flotasi ini adalah proses lanjutan dari flotasi bulk. Setelah didapatkan konsentrat pada flotasi bulk, dilakukan kembali proses flotasi yang kemudian akan menghasilkan konsentrat dengan kandungan satu jenis mineral berharga yang kadarnya pun lebih tinggi daripada konsentrat bulk. Misalnya ada tiga kelompok mineral berharga dalam konsentrat bulk, maka konsentrat yang dihasilkan pada flotasi diferensial terdiri dari tiga jenis dengan kandungan masing-masing satu mineral berharga.
- Flotasi Selektif**  
Sama-sama terdiri dari kelompok mineral berharga, tapi yang membedakannya dengan flotasi bulk adalah pada konsentrat yang dihasilkan. Mineral berharga dalam flotasi selektif sudah terpisah dalam masing-masing konsentrat, sama seperti pada konsentrat yang dihasilkan dalam jenis flotasi diferensial.

Jenis flotasi berdasarkan sel flotasinya :

- Flotasi Mekanik**  
Shaft dan *impeller* terletak di tengah mesin, udara akan dimasukkan melalui shaft dan

didispersikan ke permukaan melalui impeller. Jenis ini terdiri dari dua macam berdasarkan proses aerasinya, yaitu induksi dan blower. Dikatakan induksi apabila air masuk secara manual tanpa adanya bantuan mesin dengan memanfaatkan perbedaan tekanan antara di dalam sel dengan di udara. Sedangkan proses aerasi pada tipe blower memanfaatkan media blower.

- b) Flotasi Pneumatik  
Tidak ada impeller dan bekerja dengan mengkompres udara untuk agitasi atau “the pulp aerator”.
- c) Flotasi Kolom  
Flotasi dilakukan di dalam sebuah kolom, sementara proses conditioning dilakukan di luar sel. Tidak ada bagian yang bergerak pada flotasi kolom ini. Udara dihembuskan dari bawah.

## 2.5 Pencucian Batubara dengan Air laut dan Minyak sawit

Bahwa ada peluang untuk mengurangi kandungan sulfur dengan menambahkan beberapa minyak. Berbasis pada hasil eksperimen ini, penambahan minyak sawit, secara umum, dapat mengurangi kadar abu dan sulfur ke tingkat yang relatif rendah. Kandungan abu batubara sub-bituminous dapat dikurangi dari 65% menjadi 35% kandungan sulfur dapat dikurangi 1,23% dari nilai aslinya<sup>[9]</sup>.

Aglomerasi air laut dan minyak sawit dipilih untuk sel flotasi. Karena metode ini merupakan pencucian secara kimia, yaitu dengan cara menambahkan media pemisah berupa cairan campuran air laut dan minyak sawit. Minyak akan melekat pada permukaan batubara dan melapisinya. Abu dan sulfur dapat terpisah dari batubara berdasarkan perbedaan tegangan permukaan<sup>[8]</sup>.

Metode aglomerasi air-minyak adalah suatu teknik yang efektif untuk me-recovery dan mengeliminasi abu dari batubara. Proses aglomerasi mampu mengolah batubara jenis antrasit, subbituminous maupun bituminous. 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 fragmen (bagian-bagian kecil) batubara yang bervariasi pada bentuk ukuran sebesar 2 mm sampai partikel sangat halus dengan ukuran beberapa micrometer, dan memiliki kekeuatan melekat yang cukup besar untuk tetap utuh. Metode aglomerasi ini dapat diterapkan karena sifat lipophilic (oil loving) dan hydrophobic (water hating) dari permukaan batubara. Materi yang tenggelam merupakan bahan buangan, sedangkan material yang mengapung pada media yang sama (air) adalah batubara yang bersih<sup>[10]</sup>.

Karena partikel-partikel batubara pada dasarnya hydrophobic, maka dapat dibuat campuran batubara minyak. Pada sisi lain, partikel-partikel 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 dapat dipisahkan<sup>[10]</sup>.

## 3. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimental adalah sebagai sebuah studi yang objektif, sistematis, dan terkontrol untuk memprediksi atau mengontrol fenomena. Penelitian eksperimen bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat (cause and effect relationship), dengan cara mengekspos satu atau lebih kelompok eksperimental dan satu atau lebih kondisi eksperimen. Hasilnya dibandingkan dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai perlakuan<sup>[11]</sup>.

### 3.1 Data dan Sumber Data

#### 3.1.1 Data Primer

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Cara kerja prototipe alat pencucian batubara
- 2) Nilai kalori batubara sebelum dilakukan pencucian
- 3) Kadar sulfur batubara sebelum dilakukan pencucian
- 4) Nilai Kalori batubara setelah dilakukan pencucian
- 5) Kadar Sulfur batubara setelah dilakukan pencucian
- 6) Data rpm kecepatan sel flotasi

#### 3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Kualitas Batubara sebelum pencucian
- 2) Fungsi dari masing masing komponen prototipe alat pencucian batubara dengan metode flotasi
- 3) Prinsip pencucian batubara dengan metode flotasi dengan bahan sel flotasi campuran air laut dan minyak goreng

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Tabung sel flotasi
- 2) Mesin dinamo
- 3) Pipa
- 4) Corong
- 5) Timbangan
- 6) Kamera
- 7) Gelas ukur
- 8) Stopwatch
- 9) Brown crusher
- 10) Sieve shaker (ayakan)

- 11) Oven
- 12) Calorimeter
- 13) Alat pengujian kadar sulfur

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Batubara berukuran 500 microns dengan berat 200 gram. Batubara berasal dari sampel yang disediakan di Laboratorium Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang.
- 2) Minyak goreng 80 ml merk hemart.
- 3) Air laut 2,5 liter berasal dari Pantai Gajah , Padang.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Penelitian

Sebelum melakukan Pengolahan data terhadap pencucian batubara dengan menggunakan metoda flotasi, terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder yang bersumber dari pengamatan langsung di laboratorium dan lapangan. Sampel batubara berasal dari Laboratorium Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan , Universitas Negeri Padang. Pembuatan prototipe alat pencucian batubara dilakukan langsung di Laboratorium Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan , Universitas Negeri Padang.

#### 4.1.1 Preparasi Sampel

Sampel batubara yang dipakai berasal dari yang tersedia di laboratorium tambang. Kemudian dilanjutkan dengan beberapa tahapan berikut ini :

- a) Penggunaan alat brown crusher/ top grinding untuk memperkecil ukuran batubara



**Gambar 9.** Brown Crusher / Top grinding

- b) Sampel batubara kemudian dihaluskan dengan mortar dan kemudian diayak menggunakan Sieve Shaker berukuran 500 microns

**Gambar 10.** Sampel berukuran 1cm



**Gambar 11.** Sampel dihaluskan dengan mortar



**Gambar 12.** Sampel berukuran 500 microns



#### 4.1.2 Perangkaian prototype alat pencucian batubara

Perangkaian prototipe alat pencucian batubara dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

- a) Mempersiapkan tabung sel flotasi menggunakan galon berukuran 19 liter yang telah dimodifikasi dengan penambahan pipa dan corong untuk jalur keluar masuk sampel dan sel flotasi
- b) Mempersiapkan mesin dinamo beserta baling-baling pemutar dengan diameter 20 cm
- c) Pemasangan mesin dinamo beserta baling-baling pemutar ke tabung sel flotasi



**Gambar 17.** Prototipe alat pencucian batubara

#### 4.1.3 Mempersiapkan bahan sel flotasi

Bahan Sel flotasi menggunakan bahan campuran air laut dan minyak goreng dengan komposisi sebagai berikut:

- a) Air laut sebanyak 2,5 liter
- b) Minyak goreng 80 ml
- c) Sampel batubara ukuran 500 microns sebanyak 200 gram



**Gambar 19.** Sel flotasi yang tercampur dengan sampel batubara

#### 4.1.4 Pengoperasian prototipe alat pencucian batubara dengan metoda flotasi

Setelah alat dipersiapkan, bahan sel flotasi beserta sampel dimasukkan ke dalam alat pencucian melalui corong jalur masuk, dilanjutkan dengan pemasangan ke sumber listrik agar mesin dinamo dapat beroperasi. Mesin dihidupkan selama 7 menit.



**Gambar 20.** Sel flotasi dan sampel batubara yang telah mengalami pencucian

#### 4.1.5 Prinsip dan cara kerja alat pencucian batubara dengan metode flotasi

Prinsip kerja dari sel flotasi ini adalah umpan yang telah di olah berupa *pulp* atau lumpur dimasukkan kedalam tangki atau sel *flotasi*. Tangki dilengkapi dengan agitator atau pengaduk yang terintegrasi dengan pipa untuk menginjeksi udara, sehingga timbul gelembung udara di dalam *pulp*. Mineral yang bersifat hidrofobik akan menempel pada gelembung udara kemudian terangkat menuju permukaan menjadi buih (*mineralised froth*), sedangkan mineral hidrofilik tetap tinggal didalam *pulp*.

Cara kerja alat pencucian batubara dengan metode flotasi melalui tahapan berikut ini :

- 1) Siapkan sampel (batubara ukuran 500 microns) dengan berat 200 gram yang telah dipreparasi bersama dengan bahan sel flotasi.
- 2) Bahan sel flotasi berupa campuran air laut dan minyak goreng dengan komposisi air laut = 2,5 liter dan minyak goreng = 80 ml. Asumsi jumlah komposisi bahan penelitian berdasarkan penelitian oleh RitaSundari dan RiamMarlina (2019) dimana penelitiannya dengan bahan 1 liter air laut, minyak tanah 40 ml dan batubara 100 gram dengan lama hidup mesin flotasi 7 menit.
- 3) Persiapkan alat flotasi.
- 4) Masukkan sampel beserta sel flotasi kedalam tabung flotasi melalui corong.
- 5) Hidupkan mesin selama 7 menit.
- 6) Sampel tercampur dengan bahan sel flotasi, dan timbul buih.
- 7) Buih akan keluar melalui pipa.
- 8) Buih keluar dengan membawasampel batubara yang sudah mengalami pencucian
- 9) Sampel batubara yang tidak tercuci akan tinggal dan mengendap dilarutan sel flotasi.
- 10) Buih kemudian disaring , dilanjutkan dengan pengeringan dengan menggunakan oven selama 50 menit.
- 11) Setelah sampel kering diuji di laboratorium untuk menghitung nilai kadar sulfur dan kalori.

#### 4.1.6 Pengujian Sampel Batubara

Setelah didapatkan sampel batubara sebelum dilakukan pencucian dan setelah dilakukan pencucian, dilanjutkan dengan proses pengujian untuk mengetahui nilai kadar sulfur dan nilai kalori dari sampel batubara.



**Gambar 23.** Sampel batubara setelah mengalami pencucian



**Gambar 24.** Alat pengujian kadar sulfur batubara



**Gambar 25.** Alat pengujian nilai kalori batubara

Data nilai kadorsulfur batubara dan nilai kalori batubara yang diperoleh sebelum dilakukan pencucian dan setelah dilakukan pencucian sebagai berikut :

**Tabel 2.** Data nilai kadorsulfur batubara dan nilai kalori batubara yang diperoleh sebelum dilakukan pencucian dan setelah dilakukan pencucian

Data Sampel Batubara Sebelum Pencucian		Data Sampel Batubara Setelah Pencucian	
KadarSulfur (%Adb)	Nilai Kalori (Kcal/g)	KadarSulfur (%Adb)	Nilai Kalori (Kcal/g)
0.378	7689.87	0.235	8414.30

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kinerja prototipe alat pencucian batubara dengan metode flotasi

Dari percobaan pencucian batubara dengan prototipe alat pencucian batubara dengan metoda flotasi didapat hasil sebagai berikut :

- Percobaan pertama dalam pengoperasian alat ,alat aktif beroperasi dengan kecepatan putar yang konstan namun kecepatan yang didapat belum cukup tinggi.
- Setelah 5 menit mesin beroperasi terjadi kendala mesin dinamo mengalami overheat dan berasap namun kecepatan putar didapat masih cukup stabil diangka sekitar 1200 rpm yang diukur dengan aplikasi tachometer melalui

perangkat android. Faktor yang mempengaruhi terjadinya overheat adalah sebagai berikut :

- Mesin dinamo yang tergolong mesin lama karna menggunakan dinamo kipas angin merk miyako yang tahun pembuatannya tahun 2018
  - Besi penyambung antara dinamo dengan baling-baling putar cukup berat karena dimodifikasi menjadi panjang 32 cm
  - Ukuran diameter baling-baling putar yang cukup besar dimana diameter baling-baling putarnya adalah 20cm serta daun baling-baling kipas yang cukup lebar sehingga mempengaruhi laju perputaran sel flotasi
- Karena terjadi kendala pada mesin dinamo yang pertama yang mengakibatkan matinya mesin, maka penulis memutuskan menggunakan mesin dinamo yang kedua yaitu berasal dari dinamo mesin bor merk krisbow serta memperndek besi penyambung antara baling-baling putar dengan mesin dinamo.
  - Dengan menggunakan mesin dinamo kedua proses pencucian batubara dilakukan kembali. Kondisi alat beroperasi normal dengan kecepatan putar yang tinggi dan konstan , dengan pengoperasian alat selama 7 menit. Kecepatan putar alat adalah 3000 rpm sepeerti yang tercantum di spesifikasi mesin

**Gambar 24.** Pemakaian dinamo mesin bor



- Alat berfungsi dengan normal dan sampel batubara telah mengalami proses pencucian sehingga timbul buih yang mengindikasikan batubara telah tercuci karna terangkat bersama buih.



**Gambar 27.** Sampel batubara berupa buih

### 4.2.2 Analisa data hasil pengujian sampel batubara

Setelah dilakukan pencucian dengan metode flotasi, maka sampel akan dikeringkan dengan menggunakan oven, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian kadar sulfur dan nilai kalori dengan alat penguji kadar sulfur dan alat penguji nilai kalori batubara.

**Tabel 3.** Analisa data sampel batubara setelah pengujian

Data Sampel Batubara Sebelum Pencucian		Data Sampel Batubara Setelah Pencucian		Pengurangan Kadar sulfur (%Adb)	Peningkatan Nilai kalori (kcal/g)
Kadar Sulfur (%Adb)	Nilai Kalori (Kcal/g)	Kadar Sulfur (%Adb)	Nilai Kalori (Kcal/g)		
0.378	7689.87	0.235	8414.3	0.143	724.43

Dari tabel 3 dapat dilihat data sampel kadar sulfur batubara sebelum pencucian adalah sebesar 0.378 % Adb mengalami penurunan setelah dilakukan pencucian menjadi 0.235%Adb. Terjadi penurunan Kadar sulfur sebesar 0.143 %Adb.

Data sampel nilai kalori batubara sebelum pencucian didapat sebesar 7689.87 Kcal/g, setelah dilakukan pencucian terjadi peningkatan nilai kalori menjadi 8414.30 Kcal/g. terjadi peningkatan nilai kalori sebesar 724.43 Kcal/g.

Dari data yang didapat nilai kadar sulfur mengalami penurunan yang cukup tinggi, serta meningkatnya nilai kalori batubara yang tinggi, maka dapat dikatakan bahwa sampel telah mengalami proses pencucian dengan metode flotasi.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Dari kinerja alat dan hasil yang didapat kan dari sampel sebelum dan mengalami pencucian dimana terjadi pengurangan kadar sulfur pada sampel dari sebesar 0.378 % Adb mengalami penurunan setelah dilakukan pencucian menjadi 0.235%Adb. Terjadi penurunan Kadar sulfur sebesar 0.143 %Adb. Dari kinerja alat dan hasil yang didapat kan dari sampel sebelum dan mengalami pencucian dimana terjadi peningkatan nilai kalori Data sampel nilai kalori batubara sebelum pencucian didapat sebesar 7689.87 Kcal/g, setelah dilakukan pencucian terjadi peningkatan nilai kalori menjadi 8414.30 Kcal/g. terjadi peningkatan nilai kalori sebesar 724.43 Kcal/g. Dinyatakan berhasil mengalami pencucian dengan prototipe alat pencucian batubara dengan metoda flotasi.

2. Kinerja alat mengalami kendala karena dipengaruhi beberapa faktor seperti kapasitas mesin dinamo, ukuran baling-baling pemutar, dan besi penyambung antara baling- baling pemutar yang cukup berat sehingga kinerja alat kurang maksimal dalam melakukan pencucian batubara dengan metode flotasi.

### 5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan kinerja mesin dinamo yang konstan tanpa mengalami kendala hendaknya dengan menggunakan mesin dinamo dengan kecepatan yang cukup tinggi.Pengaruh mesin dinamo sangat tinggi dalam proses pencucian.
2. Disarankan menggunakan mesin dinamo yang bagus agar tidak terjadi kendala overheat
3. Mengurangi ukuran diameter baling pemutar agar alat berputar dengan lancar.
4. Diharapkan menggunakan sampel batubara yang mengandung pengotor lebih tinggi agar lebihterlihat pengaruh dari pencucian batubara dengan metode flotasi
5. Percobaan hendaknya dilakukan berulang kali agar didapat hasil maksimal dalam melakukan penelitian

### Daftar Pustaka

- [1] Nana Dyah Siswanti, dkk, Jurnal Desulfurisasi Batubara Menggunakan Udara Dan Air, Sirabaya, 2010.
- [2] Nukman, dkk, Jurnal Pengurangan Kadar Abu Dan Sulfur Pada Batubara Semi Antrasit Dari Tanjung Enim Dengan Cara Pencucian Bermedia Air-Minyak Sawit.,Universitas Sriwijaya, 2007.
- [3] Rita Sundari, dkk, Jurnal Aplikasi Metoda Flotasi Buih Untuk Pencucian Batubara Peringkat Rendah., Yogyakarta, 2010.
- [4] Riam, dan Intan (2019), Pengaruh Air Laut Terhadap Pengurangan Kadar Sulfur Batubara Sub-Bituminus.), jurnal Sains dan Teknologi Vol. 19 no.2
- [5] Nukman, dkk Jurnal Pengurangan Kadar Abu Dan Sulfur pada Batubara Sub Bituminus Dengan Metode Aglomerasi Air-Minyak Sawit, Universitas Sriwijaya, 2006.
- [6] Kitesguardians, 2005. Pencucian Batubara. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang
- [7] Irwandy Arif, 2014, Batubara Indonesia, Bandung: PT Gramedia Pustaka Utama
- [8] M.Iqbal. 2015.” Laporan Modul 8, PengolahanBahanGalianMG 3017 Flotasi Mineral Sulfida.
- [9] Prabowo, H., & Prengki, I. (2020, January). Decreasing the ash coal and sulfur contents of sawahlunto subbituminous coal by using “minyak jelantah”. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 413, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.

- [10]Rauf, Adi Setiawan Rauf Adi Setiawan, et al.  
"Peningkatan Nilai Kalori pada Batubara  
Lignit dengan Metode Aglomerasi Air dan  
Minyak Sawit pada PT. Indonesia Power  
Ujp Pltu Barru." Jurnal Geomine 6.3 (2018)
- [11]Danim, Sudarwan. 2002. Menjadi Peneliti  
Kualitatif, Bandung: Pustaka Setia.