

PENGARUH GARAM KASAR TERHADAP PENGURANGAN KADAR SULFUR PADA BATUBARA SUB-BITUMINUS

Rahmat Haryadi Purnomo¹⁾, A.Zulfikar Syaiful²⁾, Al Gazali³⁾
^{1,2,3}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa
email: rahmatharyadip@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to determine the effective reduction of sulfur content in coal with differences in salt concentration and coal size. Coal used comes from Wara, Tabalong in general classified as sub-bituminous coal with a rather high sulfur content. One of the efforts to reduce the sulfur content is by washing coal using agglomeration method with the help of salts that have electrolyte ions. Efforts to reduce sulfur levels in coal in addition to eliminating pollutants in the environment is also an effort to increase the selling price of coal. Coal washing using agglomeration method with a mixture of salt water and oil on various sizes of coal. On the variable size of coal 0.300 mm, 0.250 mm, and 0.212 mm. From the results of the research it was found that the decrease in sulfur content in coal with a size of 0.212 mm higher than the others, amounting to 11.47 %. Meanwhile, at the concentration of coal salt solution 5%, 10% and 20%. From the results of the research it was found that the decrease in sulfur content in coal with a size of 20% mm higher than the others, amounting to 10.48 %.

Keywords: Coal, Sulfur, Salt, Coal Washing.

1. PENDAHULUAN

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan organik dimana unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Cara terbentuknya batubara melalui proses yang sangat panjang dan lama, disamping dipengaruhi faktor ilmiah yang tidak mengenal batas waktu, terutama ditinjau dari segi fisika, kimia maupun biologis (Danang Jaya, dkk, 2016).

Batubara hasil penambangan mengandung bahan pengotor (*impurities*). Hal ini terjadi ketika proses *coalification* ataupun pada proses pengotor maka akan menurunkan kualitas yang berdampak pada nilai jual di pasaran, karena salah satu aspek yang menyatakan bahwa batubara penambangan. Ada 2 jenis pengotor batubara yaitu *Inherent impurities*, merupakan pengotor bawaan yang terdapat dalam batubara dan *Eksternal impurities*, merupakan pengotor yang berasal dari luar yang berasal dari lapisan penutup. Satu cara untuk membersihkan batubara

adalah dengan cara mudah sizing bongkahan yang lebih kecil dan mencucinya (Nana Dyah Siswanti, dkk, 2010).

Tujuan pencucian batubara adalah untuk memisahkan batubara dengan pengotornya. Jika batubara yang dihasilkan banyak mengandung batubara ini akan meningkatkan harga jual batubara. Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan organik dimana unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Cara terbentuknya batubara melalui proses yang sangat panjang dan lama, disamping dipengaruhi faktor ilmiah yang tidak mengenal batas waktu, terutama ditinjau dari segi fisika, kimia maupun biologis (Danang Jaya, dkk, 2016). Jika batubara yang dihasilkan banyak mengandung batubara ini akan meningkatkan harga jual batubara. Menurut Klassen dan Mokrousov dalam O. Ozdemir (1930) batubara yang berkualitas baik adalah mengandung sulfur sedikit.

Sulfur yang terdapat dalam batubara dibedakan menjadi 2 yaitu dalam bentuk

senyawa organik dan anorganik. Sulfur dalam bentuk anorganik dapat dijumpai dalam bentuk pirit (FeS_2), markasit (FeS_2), atau dalam bentuk sulfat. Mineral pirit dan makasit sangat umum terbentuk pada kondisi sedimentasi rawa (reduktif). Belerang organik terbentuk selama terjadinya proses coalification. Unsur sulfur terdapat pada batubara dengan kadar bervariasi dari rendah (jauh di bawah 1%) sampai lebih dari 4%.

Sulfur yang terdapat dalam bahan bakar apabila dioksidasi akan menghasilkan gas sulfur dioksida. Gas ini sangat reaktif dan segera membentuk asam sulfat bila bereaksi dengan air yang kemudian turun sebagai hujan asam (Unapumnuk et al., 2008 dalam Mawardi dkk, 2013).

Sulfur dari bahan organik dapat dikurangi kadarnya dengan cara mencuci batubara tersebut, salah satu metoda yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan metoda aglomerasi (Nukman dan Hasan Basri, 2007).

Metode ini merupakan pencucian secara kimia, yaitu dengan cara menambahkan media pemisah yang berupa cairan campuran air dan minyak. Minyak akan melekat pada permukaan batubara dan melapisinya. Abu dan sulfur dapat terpisah dari batubara berdasarkan perbedaan tegangan permukaan.

Metode aglomerasi air-minyak adalah suatu teknik yang efektif untuk me-recovery dan mengeliminasi abu dari batubara. Proses aglomerasi mampu mengolah batubara jenis antrasit, sub bituminus maupun bituminous (Nukman dan Sohardjo Poertadji, 2006).

Aglomerasi minyak dapat digunakan untuk menghasilkan suatu padatan, produk kental yang digabung dari berbagai ukuran partikel batubara, yang disebut sebagai aglomerat. Tiap aglomerat dapat mengandung *fragment* (bagian-bagian kecil) batubara yang bervariasi pada bentuk ukuran sebesar 2 mm sampai partikel sangat halus dengan ukuran beberapa mikrometer, dan memiliki kekuatan melekat yang cukup besar untuk tetap utuh. Metode aglomerasi ini dapat diterapkan karena sifat *lipophilic (oil loving)* dan *hydrophobic (water hating)* dari permukaan batubara. Material yang tenggelam pada media merupakan bahan buangan, sedangkan material yang mengapung pada media yang sama (air) adalah batubara yang bersih. Dengan penambahan garam dapat menurunkan kadar sulfur dikarenakan ion elektrolit yang ada akan mengikat kadar sulfur batubara.

Penelitian yang dilakukan Danang Satria P, tahun 2018 melakukan penelitian penurunan kadar sulfur dengan menggunakan air, garam, dan alkohol dengan metode flotasi. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, waktu pengkondisian dan faktor persen padatan batubara tidak memberikan pengaruh signifikan.

Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui pengaruh ukuran batubara terhadap penurunan kadar sulfur batubara serta ingin engetahui pengaruh konsentrasi garam terhadap penurunan kadar sulfur batubara.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Batubara

Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen. Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Analisis unsur memberikan rumus formula empiris seperti $\text{C}_{137}\text{H}_{97}\text{O}_{22}\text{N}_4$ untuk bituminus dan $\text{C}_{240}\text{H}_{90}\text{O}_4\text{N}_4$ untuk antrasit.

Pembentukan batu bara memerlukan kondisi-kondisi tertentu dan hanya terjadi pada era-era tertentu sepanjang sejarah geologi. Zaman Karbon, kira-kira 340 juta tahun yang lalu (jtl), adalah masa pembentukan batu bara yang paling produktif dimana hampir seluruh deposit batu bara (*black coal*) yang ekonomis di belahan bumi bagian utara terbentuk.

Hampir seluruh pembentuk batu bara berasal dari tumbuhan. Jenis-jenis tumbuhan pembentuk batu bara dan umurnya menurut Diessel (1981) yaitu :

- Alga*, dari zaman pre-kambrium hingga ordovisium dan bersel tunggal. Sangat sedikit endapan batu bara dari periode ini.
- Silofita*, dari zaman silur hingga devon tengah, merupakan turunan dari alga. Sedikit endapan batu bara dari periode ini.
- Pteridofita*, umur devon atas hingga karbon atas. Materi utama pembentuk batu bara berumur karbon di Eropa dan Amerika utara. Tetumbuhan tanpa bunga dan biji, berkembang biak dengan spora dan tumbuh di iklim hangat.

- d) *Gymnospermae*, kurun waktu mulai dari zaman permian hingga kapur tengah. Tumbuhan heteroseksual, biji terbungkus dalam buah, semisal pinus, mengandung kadar getah (*resin*) tinggi. Jenis *Pteridospermae* seperti *gangamopteris* dan *glossopteris* adalah penyusun utama batu bara Permian seperti di Australia, India.
- e) *Angiospermae*, dari zaman kapur atas hingga kini. Jenis tumbuhan modern, buah yang menutupi biji, jantan dan betina dalam satu bunga, kurang bergetah dibanding *gymnospermae* sehingga, secara umum, kurang dapat terawetkan. (Wahyudiono,2003)

Secara teori, batubara adalah sebutan untuk batuan yang mudah terbakar. Proses terbentuknya batu bara dimulai dari bahan organik, utamanya adalah tumbuhan. Terdapat dua teori untuk menjelaskan tempat dari pembentukan batu bara, yaitu :

- a. Teori *In-situ* : Batubara terbentuk dari tumbuhan atau pohon yang berasal dari hutan dimana batubara tersebut terbentuk. Batubara yang terbentuk sesuai dengan teori in-situ biasanya terjadi di hutan basah dan berawa, sehingga pohon-pohon di hutan tersebut pada saat mati dan roboh, langsung tenggelam ke dalam rawa tersebut, dan sisa tumbuhan tersebut tidak mengalami pembusukan secara sempurna, dan akhirnya menjadi fosil tumbuhan yang membentuk sedimen organik.
- b. Teori *Drift* : Batubara terbentuk dari tumbuhan atau pohon yang berasal dari hutan yang bukan di tempat dimana batubara tersebut terbentuk. Batubara yang terbentuk sesuai dengan teori drift biasanya terjadi di delta-delta, mempunyai ciri-ciri lapisan batubara tipis, tidak menerus (*splitting*), banyak lapisannya (*multiple seam*), banyak pengotor (kandungan abu cenderung tinggi). Proses pembentukan batubara terdiri dari dua tahap yaitu tahap biokimia (penggambutan) dan tahap geokimia (pembatubaraan).

Ada tiga faktor yang mempengaruhi proses pembentukan batubara yaitu: umur, suhu dan tekanan serta lama waktu pembentukan, yang disebut sebagai maturitas organik. Pembentukan batubara dimulai sejak periode pembentukan Karbon (*Carboniferous Period*) dikenal sebagai zaman batubara pertama yang berlangsung antara 360 juta

sampai 290 juta tahun yang lalu. Proses awalnya, endapan tumbuhan berubah menjadi gambut/peat ($C_{60}H_{60}O_{34}$) yang selanjutnya berubah menjadi batubara muda (*lignite*) atau disebut pula batubara coklat (*brown coal*). Batubara muda adalah batubara dengan jenis maturitas organik rendah.

Setelah mendapat pengaruh suhu dan tekanan yang terus menerus selama jutaan tahun, maka batubara muda akan mengalami perubahan yang secara bertahap menambah maturitas organiknya dan mengubah batubara muda menjadi batubara sub-bituminus (*sub-bituminous*). Perubahan kimiawi dan fisika terus berlangsung hingga batubara menjadi lebih keras dan warnanya lebih hitam sehingga membentuk bituminus (*bituminous*) atau antrasit (*anthracite*). Dalam kondisi yang tepat, peningkatan maturitas organik yang semakin tinggi terus berlangsung hingga membentuk antrasit. Dalam proses pembatubaraan, maturitas organik sebenarnya menggambarkan perubahan konsentrasi dari setiap unsur utama pembentuk batubara.

Adapun pengklasifikasian batubara berdasarkan derajat dan kualitas dari batubara tersebut, yaitu :

- a) *Gambut / Peat*, golongan ini termasuk jenis batubara tapi merupakan bahan bakar. Hal ini disebabkan karena masih merupakan fase awal dari proses pembentukan batubara. Endapan ini masih memperlihatkan sifat awal dari bahan dasarnya (tumbuh-tumbuhan).
- b) *Lignite / Brown Coal*, golongan ini sudah memperlihatkan proses selanjutnya berupa struktur kekar dan gejala pelapisan. Apabila dikeringkan, maka gas dan airnya akan keluar. Endapan ini bisa dimanfaatkan secara terbatas untuk kepentingan yang bersifat sederhana, karena panas yang dikeluarkan sangat rendah.
- c) *Sub-Bituminous / Bitumen Menengah*, golongan ini memperlihatkan ciri-ciri tertentu yaitu warna yang kehitamhitaman dan sudah mengandung lilin. Endapan ini dapat digunakan untuk pemanfaatan pembakaran yang cukup dengan temperatur yang tidak terlalu tinggi.
- d) *Bituminous*, golongan ini dicirikan dengan sifat-sifat yang padat, hitam, rapuh (*brittle*) dengan membentuk bongkah-bongkah prisma. Berlapis dan tidak mengeluarkan gas dan air bila

dikeringkan. Endapan ini dapat digunakan antara lain untuk kepentingan transportasi dan industri.

- e) *Anthracite*, golongan ini berwarna hitam, keras, kilap tinggi, dan pecahannya memperlihatkan pecahan *chocoidal*. Dalam proses pembakarannya memperlihatkan warna biru dengan derajat pemanasan yang tinggi. Digunakan untuk berbagai macam industri besar yang memerlukan temperatur tinggi.

Sedangkan kualitas batubara dapat dinyatakan dengan parameter yang ditunjukkan pada saat memberikan perlakuan panas terhadap batubara, cara ini biasa disebut analisa *proksimat* dan analisa *ultimat*. Parameter-parameter yang terukur pada analisa *proksimat* adalah kandungan abu (*ash*), lengas tertambat (*inherent moisture*), kadar karbon, hidrogen, sulfur, nitrogen dan oksigen. Selain itu, pengujian sifat fisik batubara juga sering dilakukan yaitu pengujian nilai kalor (*calorific value*), indeks kegerusan *hirdgrove* (*hirdgrove gridability index*), analisis titik leleh abu (*ash fusion temperature*), pengujian *dmmf Total Moisture Free Moisture Mineral Matter Inherent Moisture Ash Pure Coal Fixed Carbon* dan *db adb ar Volatile Matter Volatile Mineral Matter Volatile Organic Matter* nilai muai bebas (*free swelling index*) dan lain-lain.

B. Sulfur pada Batubara

Sulfur telah bergabung dalam sistem pengendapan batubara sejak batubara tersebut masih dalam bentuk endapan gambut. Gambut di Indonesia terbentuk pada suatu lingkungan pengendapan yang disebut *raised swamp*, yaitu di daerah dimana curah hujan tahunan lebih besar dari evaporasi tahunannya. Pada kondisi seperti ini, gambut akan menghasilkan batubara dengan kandungan sulfur yang rendah karena hanya mendapat pasokan 'makanan' dari air hujan. Sulfur dalam batubara didapatkan dalam bentuk mineral sulfat, mineral sulfida dan material organik.

Sulfur adalah salah satu komponen dalam batubara, yang terdapat sebagai sulfur organik maupun anorganik. Umumnya komponen sulfur dalam batubara terdapat sebagai sulfur syngenetik yang erat hubungannya dengan proses fisika dan kimia selama proses penggabutan (Meyers, 1982) dan dapat juga sebagai sulfur epygenetik yang dapat diamati

sebagai pirit pengisi cleat pada batubara 10 akibat proses presipitasi kimia pada akhir proses pembatubaraan (Mackowsky, 1968). Terdapat 3 (tiga) jenis sulfur yang terdapat dalam batubara, yaitu : sulfur pirit, sulfur organik, dan sulfur sulfat.

C. Garam

Garam yang diperoleh dari air laut (mengandung sekitar 3% NaCl), umumnya diproduksi di daerah pantai, dengan cara mengalirkan laut ke tambak-tambak garam, atau dengan cara membiarkan air laut masuk ke dalam tambak sewaktu pasang naik. Selanjutnya, dengan cara menguapkan air laut secara alami dengan adanya sinar matahari, akan diperoleh butir-butir kristal garam.

Di dalam tubuh, garam mempunyai dua fungsi penting. Pertama untuk menjaga keseimbangan asam-basa tubuh, dan kedua untuk mengontrol tekanan osmotik cairan ekstraseluler (di luar sel). Untuk dapat menjaga tekanan osmotik cairan ekstraseluler tersebut, jumlah Natrium dan Klor yang dibutuhkan oleh tubuh didasarkan pada jumlah air yang dikonsumsi, dalam hal ini untuk setiap liter air yang dikonsumsi, disarankan untuk juga mengkonsumsi sekitar 1 gram garam dapur, untuk mengimbangnya (Muchtadi, 2015).

Bentuk garam yang beredar dipasaran ada tiga jenis yaitu garam halus, garam kasar, dan garam bata/briket. Garam halus adalah garam yang kristalnya sangat halus menyerupai gula pasir dan biasa disebut dengan garam meja. Garam halus mempunyai kualitas terbaik dari pada garam briket/bata maupun garam kasar. Garam kasar adalah garam yang kristalnya kasar-kasar, sedangkan garam briket adalah garam yang berbentuk bata (Pangestu, 2018).

D. Pencucian Batubara

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*).

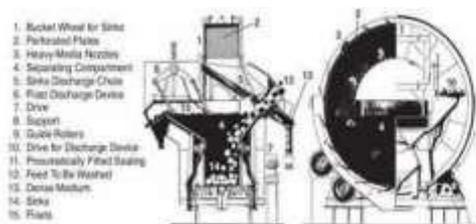
Pencucian batubara bertujuan untuk memisahkan batubara dengan material pengotornya serta untuk menspesifikasikan ukuran batubara hasil tambang sesuai dengan permintaan konsumen. Alat pencucian akan sangat baik bila selang ukuran partikel terbesar

dan terkecil relatif pendek, karenanya sebelum dilakukan pencucian harus dilakukan operasi pengayakan agar partikel dapat dikelompokkan berdasarkan ukurannya. Kegiatan pengelompokkan partikel kedalam ukuran yang berbeda-beda merupakan salah satu kegiatan penting yang dilakukan didalam pabrik pencucian (Sudarsono. 2003)

Adapun metoda pencucian batubara, yaitu sebagai berikut.

1) *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* ini 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.

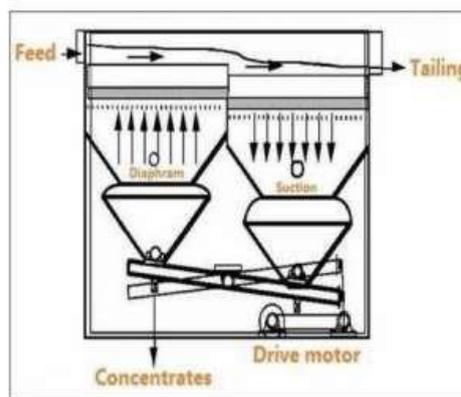


Gambar 1 alat DMS

2) *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.



Gambar 2 Sistem Kerja Alat Jig

3) *Flowing film*

Konsentrasi batubara pada aliran tipis (*flowing film*) hanya diterapkan pada batubara berukuran kecil yaitu ≤ 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 $\leq 2,0$ sampai 0,15 cm. Perbedaan berat jenis minimum 1.

4) *Flotasi*

Flotasi merupakan suatu proses untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan menambahkan bahan kimia (reagen) Pada proses ini mineral dibedakan menjadi dua bagian, yaitu mineral benci air (*hidrofobik*) yang permukaannya mempunyai lapisan non polar sehingga sukar dibasahi air tetapi mudah melekat pada gelembung udara, mineral ini umumnya mineral yang dikehendaki; dan mineral senang air (*hidrofilik*) yang mempunyai lapisan polar pada permukaannya sehingga mudah dibasahi air tetapi sukar melekat pada gelembung udara.

Adapun prinsip - prinsip *flotasi* diantaranya : adanya penempelan partikel (mineral) pada gelembung udara, gelembung mineral harus stabil, ada sifat *sink and float*.

Selain itu, Adapun syarat *flotasi* yaitu ada gelembung udara dalam cairan, kurang biji harus halus, derajat liberasi yang tinggi, feed dalam bentuk *pulp* (lumpur).

5) *Aglomerasi*

Metode *aglomerasi* adalah suatu metode pencucian batubara secara kimia dengan penambahan media pemisah berupa cairan. 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.

3. METODE PENELITIAN

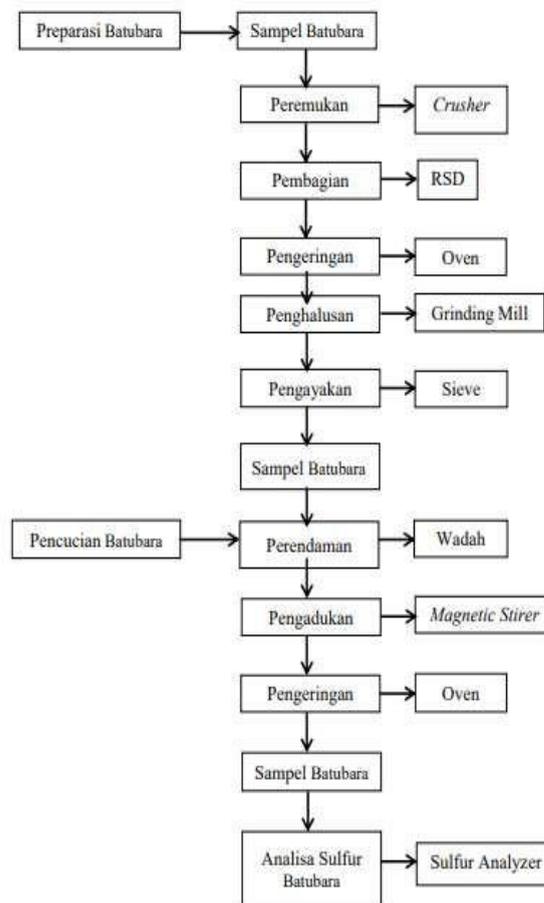
Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan bertempat di Laboratorium UP Sucofindo Kelanis, Barito Selatan, Kalimantan Tengah.

Bahan utama dalam penelitian ini adalah batubara jenis *sub-bituminus* yang bersumber dari daerah Wara, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan dan garam kasar bersumber dari Jeneponto, Sulawesi Selatan. Persiapan contoh batubara dilakukan di Kelanis, Provinsi Kalimantan Tengah Sedangkan proses Analisis dilakukan di laboratorium UP Sucofindo Kelanis.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa :

- Wadah/Beaker Glass
 - Crusher
 - Grinding
 - Rotary Sample Divider
 - Neraca Analitik
 - Spatula
 - Crucible Sulfur
 - LECO 832DR (penentuan kadar sulfur)
 - Sieve (Ayakan)
 - Gelas Ukur
 - Magnetic Stirer
- Bahan yang digunakan yaitu :
- Sampel Batubara
 - Garam
 - Aquades
 - Minyak Goreng

Kegiatan penelitian meliputi : preparasi sample batubara, pencucian batubara, pengeringan, dan analisa sulfur. Adapun diagram alir penurunan nilai sulfur optimal batubara dengan garam berdasarkan ukuran mesh terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Penurunan Nilai Sulfur Optimal Batubara dengan Garam berdasarkan Ukuran Mesh

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Batubara yang digunakan dalam proses *aglomerasi* dengan minyak sawit dan garam adalah *subbituminous*. Sampel batubara yang diuji dilakukan secara *duplo* agar dapat dibandingkan. Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan ukuran dan konsentrasinya.

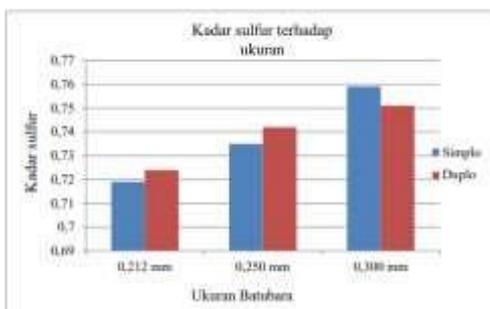
a. Ukuran Batubara

Berdasarkan hasil uji kandungan sulfur pada batubara yang telah direndam dengan air garam – minyak sawit, menggunakan Sulfur Analyzer LECO 832DR, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1 Perbandingan kadar sulfur terhadap ukuran batubara

Ukuran Sampel	Sebelum pencucian (%)	Hasil Pencucian (%)	Penurunan	Rata - rata
0,300 mm (50 mesh)	0,821	0,759	7,55 %	7,36 %
	0,809	0,751	7,17 %	
0,250 mm (60 mesh)	0,808	0,735	9,03 %	9,10 %
	0,817	0,742	9,18 %	
0,212 mm (70 mesh)	0,811	0,719	11,34 %	11,47 %
	0,819	0,724	11,60 %	

Dari hasil pembacaan diatas didapatkan ukuran batubara dapat mempengaruhi pengurangan kadar sulfur dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan dikarenakan perbedaan ukuran yang dekat. Namun, terlihat bahwa ukuran 70 mesh menurunkan kadar sulfur yang lebih besar dibanding yang lain. Dimana dapat disimpulkan juga bahwa makin kecil ukuran partikel yang akan dicuci maka tingkat pengurangan sulfur akan bertambah besar. Setelah dilakukan penelitian diatas didapatkan diantara tiga ukuran diatas didapatkan bahwa ukuran yang akan digunakan adalah ukuran 70 mesh. Dimana dapat dilihat dari hasil penurunan kadar sulfur dengan ukuran 70 mesh didapatkan rata-rata 11,47 % sedangkan untuk ukuran 50 dan 60 didapatkan rata-rata 7,36 % dan 9,10%.



Grafik 1 Perbandingan kadar sulfur terhadap ukuran batubara (setelah pencucian)

b. Konsentrasi Garam

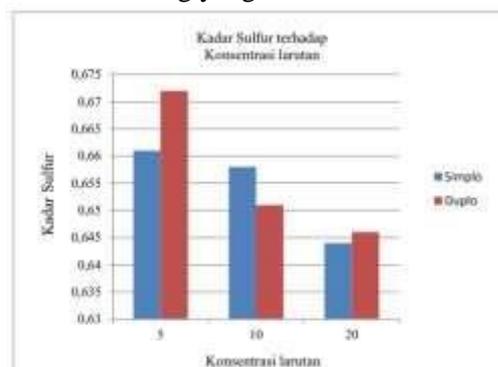
Berdasarkan hasil uji kandungan sulfur pada batubara yang telah direndam dengan air garam – minyak sawit, menggunakan Sulfur Analyzer LECO 832DR, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2 Perbandingan kadar sulfur terhadap konsentrasi larutan garam

Konsentrasi larutan (% b/v)	Sebelum pencucian (%)	Hasil Pencucian (%)	Penurunan	Rata - rata
5 %	0,711	0,661	7,03 %	7,10 %
	0,724	0,672	7,18 %	
10 %	0,720	0,658	8,61 %	8,72 %
	0,714	0,651	8,82 %	
20 %	0,718	0,644	10,30 %	10,48 %
	0,723	0,646	10,65 %	

Dari hasil pembacaan diatas didapatkan konsentrasi garam juga dapat mempengaruhi

pengurangan kadar sulfur. Seperti halnya dengan ukuran batubara perbedaan yang didapatkan juga tidak terlalu signifikan dikarenakan adanya nilai sulfur pada batubara sebelum pencucian sudah diperoleh hasil yang cukup rendah. Dapat dilihat bahwa pada konsentrasi larutan 20 % dalam wadah *beaker glass* menurunkan kadar sulfur yang lebih besar dibanding yang lain.



Grafik 2 Perbandingan kadar sulfur terhadap konsentrasi larutan garam (setelah pencucian)

Menurut Klassen dan Mokrousov dalam O. Ozdemir (1930), para peneliti di bekas Uni Soviet menemukan bahwa mineral hidrofobik alami seperti batubara dapat mengapung dalam elektrolit.

Dari hasil pembacaan diatas dapat dilihat bahwa jumlah konsentrasi air garam sebagai perendam dapat mempengaruhi turunnya kadar sulfur pada batubara, hal ini disebabkan karena larutan garam yang bersifat elektrolit akan mempengaruhi aglomerasi batubara. *Aglomerasi* batubara menurun pada konsentrasi rendah, lalu *aglomerasi* meningkat pada garam yang lebih tinggi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitan yang sudah dilakukan, didapatkan hasil :

- a. Pada ukuran batubara 0,300 mm diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 7,36 %, selanjutnya 0,250 mm diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 9,10%, ukuran 0,212 mm diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 11,47 %. Maka dapat disimpulkan ukuran 0,212 mm memiliki persentase penurunan kadar sulfur yang lebih tinggi dibanding dua ukuran lainnya.
- b. Pada konsentrasi larutan 5% diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 7,10 %, selanjutnya 10% larutan diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 8,72%, pada

20% larutan diperoleh rata-rata penurunan kadar sulfur 10,48 %. Maka dapat disimpulkan larutan 40% memiliki persentase penurunan kadar sulfur yang lebih tinggi dibanding lainnya.

- c. Pada perbandingan kedua variabel terdapat perbedaan penurunan kadar sulfur padahal menggunakan ukuran yang sama (11,47 % dan 10,48 %). Dapat dikatakan penggunaan minyak bisa mempengaruhi dari proses penurunan kadar sulfur.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan yaitu :

- Untuk memperhatikan pada saat pencucian dari tahapan penambahan, wadah yang digunakan tidak keliru.
- Untuk menggunakan variabel yang berbeda dalam penelitian ini.
- Untuk menindaklanjuti terhadap tingkat penurunan kadar sulfur yang lebih signifikan bisa dari metode atau bahannya seperti minyak tidak perlu digunakan.

7. REFERENSI

- Ahadi, Mukhlis (2000). *Dari Polutan ke Gypsum*, Majalah Energi, Jakarta.
- Arif, Irwandy. (2014). *Batubara Indonesia*, Bandung: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Koester, R.A dkk. (1997). *Studi Tentang Batubara Indonesia*, *Jurnal Mech. Eng. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik 7 (8)*, Universitas Indonesia, Depok.
- Mangoensoekarjo, S. dan Haryono, S. (2005). *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*, Gadjah Mada University Press, Cetakan kedua, halaman 326, Yogyakarta.
- Nukman (2009). *Jurnal Pencucian Batubara Asal Tanjung Enim Di Dermaga Kertapati Dengan Menggunakan Air Dan Bergelembung Udara : Suatu Usaha Peningkatan Mutu Batubara*, Univeritas Sriwijaya.
- Nukman, dkk. (2006). *Jurnal Pengurangan Kadar Abu Dan Sulfur pada Batubara Sub Bituminus Dengan Metode Aglomerasi Air-Minyak Sawit*, Universitas Sriwijaya.
- Nurman dan Poertadji, S. (2006). *Pengurangan Kadar Abu dan Sulfur pada Batubara Sub Bituminus dengan menggunakan Metode Aglomerasi Air dan Minyak Sawit*, *Jurnal Sains Materi Indonesia 7(3)*, Palembang.
- Osborne, D.G (1988). *Coal Preparation Technology*, Graham and Trotman Limited. London
- Riko Ervil, dkk. (2015). *Buku Panduan Penulisan dan Ujian Skripsi STTIND Padang*, Padang: Sekolah Tinggi Teknologi Industri
- Rita Sundari, dkk. (2010). *Jurnal Aplikasi Metoda Flotasi Buih Untuk Pencucian Batubara Peringkat Rendah*, Yogyakarta.
- Sanwani, Edy dkk. (1998). *Pencucian Batubara*, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- Siswanti, Nana Dyah dkk. (2010). *Jurnal Desulfurisasi Batubara Menggunakan Udara Dan Air*, Surabaya.
- Sulaksono, Djoko. (1955). *Proses Peningkatan mutu Sumberdaya Batubara Kualitas Rendah, Publikasi Ilmiah-Peranan Energi dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan*, BPPT, Jakarta.
- Suganal. (2000). *Pengaruh Kadar Sulfur Batubara Indonesia terhadap Emisi SO2 pada Pembakaran Pulverized Coal untuk PLTU*, *Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII Jurusan Kimia FMIPA-UGM*, Jogjakarta.
- Sukandarrumidi. (2005). *Batubara dan Pemanfaatannya*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Syarifudin, Ismail. (1995). *Batubara Indonesia: Potensi dan Harapan*, Penerbit Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Wahana Persada Group (2018). *Garam Krosok*, (Diakses pada tanggal 16 November 2021) tersedia dari <https://wahanapersadagroup.co.id/2018/09/05/garam-krosok-lokal/>