

**OPTIMALISASI PENCUCIAN BATUBARA KALORI RENDAH  
MENGUNAKAN MINYAK PELUMAS DAN MINYAK TANAH DENGAN  
METODE FLOTASI**

**Ely Marluga Banjarnahor<sup>1)</sup>, Jevie C Eka Putra<sup>1)</sup>, Hisni Rahmi<sup>1)</sup>\***

<sup>1</sup>Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Corresponding Email: [hisnirahmi@gmail.com](mailto:hisnirahmi@gmail.com)

**Abstract.** *PT Golden Great Borneo is classified as having low grade coal with an average calorific value of 4287 kcal/kg. Coal with low calories generally still contains impurities (mineral matter). The purpose of this study was to analyze the effect of the volume of lubricating oil and kerosene, solution pH, and Total Dissolved Solid (TDS) on coal recovery from coal washing using the flotation method. Coal washing uses the flotation method with a mixture of water, lubricating oil, and kerosene to further see the effect of pH, TDS on recovery. In testing lubricating oil and kerosene on recovery, coal from washing using the flotation method resulted in optimum recovery at a variation of 40:40 ml with a feed of 50 grams, the value of recovery was 92.4% and the correlation value between these two variables was sufficient, namely 0.35. While the results of the effect of pH and TDS on recovery by the flotation method, the optimum value in the variation of 40:40 ml with a pH value of 7 at the correlation value between these two variables is sufficient, namely 0.35 and TDS is known to be the optimum recovery result in a variation of 40: 40 ml with TDS value of 0.32 mg/l on the correlation value between these two variables is sufficient, namely 0.35.*

**Keywords:** *flotation, low rank coal, pH, TDS*

**Abstrak.** *PT Golden Great Borneo tergolong memiliki batubara kualitas rendah ( low grade) dengan nilai kalori rata-rata 4287 kkal/kg. Batubara dengan kalori rendah umumnya masih terdapat pengotor (mineral matter). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh volume minyak pelumas dan minyak tanah, pH larutan, dan Total Dissolved Solid (TDS) terhadap recovery batubara dari hasil pencucian batubara menggunakan metode flotasi. Pencucian batubara menggunakan metode flotasi dengan campuran air, minyak pelumas, dan minyak tanah untuk selanjutnya melihat pengaruh pH,TDS terhadap recovery. Pada pengujian minyak pelumas dan minyak tanah terhadap recovery, batubara dari hasil pencucian menggunakan metode flotasi hasil recovery optimum pada variasi 40 : 40 ml dengan feed 50 gram nilai pada recovery 92,4% dan nilai kolerasi antara dua variabel ini cukup yaitu 0,35. Sedangkan hasil pengaruh pH dan TDS pada recovery dengan metoda flotasi nilai optimum pada variasi 40 : 40 ml dengan nilai pH yaitu 7 pada nilai kolerasi antara dua variabel ini cukup yaitu 0,35 dan TDS di ketahui hasil recovery optimum pada variasi 40 : 40 ml dengan nilai TDS 0,32 mg/l pada nilai kolerasi antara dua variabel ini cukup yaitu 0,35.*

**Katakunci:** *flotasi, batubara peringkat rendah, pH, TDS*

## Introduction

PT. Golden Great Borneo merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang terletak di daerah Kabupaten Lahat, Propinsi Sumatera Selatan. Sistem penambangan yang dilakukan adalah tambang terbuka. Metode penambangan yang dilaksanakan oleh perusahaan adalah menggunakan metode *open pit*. Berdasarkan hasil eksplorasi, kualitas batubara PT Golden Great Borneo tergolong batubara kualitas rendah ( *low grade*) dengan nilai kalori rata-rata 4287 kkal/kg.

Batubara yang didapat dari tambang umumnya masih terdapat nilai pengotor (*mineral matter*). Abu dan sulfur merupakan elemen-elemen impurities (kotoran pengganggu), di samping pengotor lainnya seperti lempung karbonat sulfide, kuarsa, besi. Abu dari hasil pembakaran berpotensi sebagai pengotor (*boiler slag*) dan menjadi racun yang di temukan pada abu terbang. Kandungan sulfur dalam batubara apabila dibakar akan berubah menjadi oksida sulfur. Senyawa yang dapat bereaksi dengan uap air di udara sehingga membentuk  $H_2SO_3$  (Asam Sulfide) dan  $H_2SO_4$  (Asam Sulfat). Bila kedua asam terkondensasi di udara dan jatuh bersama dengan air hujan, akan terjadi hujan asam yang berdampak negatif pada lingkungan (Achmad R, 2004). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan, salah satunya dengan melakukan kegiatan pencucian batubara. Tujuannya agar pengotor yang terdapat pada batubara dapat dipisahkan.

Proses pemisahan antara

mineral yang berharga dengan mineral pengotor, sehingga didapat kadar yang lebih tinggi dan menguntungkan disebut proses konsentrasi. Salah satu jenis konsentrasi adalah konsentrasi flotasi. Dalam flotasi perlu sekali diperhatikan faktor-faktor yang menyangkut gaya berat yang berkaitan dengan densiti mineral, gaya apung gelembung yang naik ke permukaan, diameter bijih mineral/batubara, sifat *hidrophobik* partikel mineral/batubara yang berhubungan dengan sifat adhesi surfaktan, densiti mineral dan juga tegangan permukaan (Truscott, 1923; Taggart, 1954; Gennes, 2004). Pemisahan dengan metode konsentrasi flotasi tentunya tidak sepenuhnya akan menghasilkan jumlah konsentrat yang sama dengan jumlah *feed* yang dimasukan. Oleh karena itu perlu dihitung berapa *recovery* dari pencucian batubara dengan metode flotasi. *Recovery* adalah perbandingan antara jumlah konsentrat dari kegiatan pencucian batubara dengan jumlah *feed* yang masuk.

Pencucian batubara pada penelitian ini menggunakan penambahan campuran minyak pelumas dan minyak tanah serta air. Variasi volume minyak pelumas dan minyak tanah diharapkan dapat diketahui komposisi optimal pencucian batubara. Berdasarkan latar belakang di atas maka telah dilakukan penelitian optimalisasi pencucian batubara peringkat rendah dengan pemanfaatan minyak pelumas dan minyak tanah dengan metode *flotasi*.

Metoda Pencucian Batubara :

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 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.

## 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 perlapisan 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

## 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 – 2,0 sampai 0,15 cm. Perbedaan berat jenis minimum 1.

## 4. Flotasi

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 (Sundari, dkk, 2010).

*Flotasi* merupakan suatu proses untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya dengan menambahkan bahan kimia (*reagen*). Pada proses ini mineral dapat dipandang atau dibedakan menjadi beberapa bagian:

- 1) 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.
- 2) Mineral senang air (*Hidrophilik*). Mineral yang permukaannya mempunyai lapisan polar, sehingga

mudah dibasahi air, tetapi sukar melekat pada gelembung udara.

Prinsip - prinsip flotasi:

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

Syarat *Flotasi*:

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

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam flotasi batubara:

- 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*.

Perbedaan utama *flotasi* batubara dengan *flotasi* mineral sulfida adalah :

- 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 65 mesh agar diperoleh derajat liberasi yang tinggi.

Minyak pelumas mempunyai daya tahan tertentu di dalam pemakaiannya,

sehingga suatu saat harus diganti dengan minyak pelumas yang baru.

Penggantian

minyak pelumas ini disebabkan minyak pelumas yang sudah digunakan mengalami perubahan komposisi atau susunan kimianya, selain itu juga mengalami perubahan sifat fisis, maupun mekanis. Hal ini ditimbulkan karena meningkatnya suhu dan tekanan selama penggunaan. Kotoran-kotoran yang masuk ke dalam minyak pelumas bekas dan logam-logam yang terkandung seperti Zn, Pb, Fe dan lain-lain yang terdapat dalam minyak pelumas bekas yang dikeluarkan dari peralatan biasanya dibuang begitu saja bahkan ada yang dimanfaatkan kembali tanpa proses daur ulang yang benar, mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Minyak tanah adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Diperoleh dengan cara distilasi raksional dari petroleum pada 150 °C dan 275 °C (rantai karbon dari C<sub>12</sub> sampai C<sub>15</sub>).

*Puissance de Hydrogen* (pH) adalah derajat keasaman yang Di gunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukan skala absolut yang bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan. Standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional, konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan Denmark (Soren Peder Lauritz Sorensen pada tahun 1909).

**Total Dissolved Solids** atau yang biasa disingkat menjadi TDS, memiliki arti dalam bahasa Indonesia yaitu Total Padatan Terlarut. Sehingga dapat disimpulkan, bahwa TDS merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur total padatan ataupun partikel yang terlarut dalam air (Eppin supini 2020). TDS merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Satuan yang digunakan biasanya **ppm** (*part per million*) atau yang sama dengan miligram per liter (**mg/l**) untuk pengukuran konsentrasi massa kimiawi yang menunjukkan berapa banyak gram dari suatu zat yang ada dalam satu liter dari cairan. Zat atau partikel padat terlarut yang ditemukan dalam air dapat berupa natrium (garam), kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida dan sulfat.

Perolehan tambang atau perolehan mesin pengolahan/pencucian dinyatakan dengan persen. Untuk tambang batubara perolehan berarti persentase batubara yang diekstraksi dibandingkan dengan jumlah batubara di tempat (tonase lapisan batubara). Besih batubara hasil pencucian di bandingkan dengan jumlah batubara yang diumpamakan ke dalam mesin pencucian baik sebagai angka perbandingan dalam perhitungan sebelum dicuci maupun hasil pencucian.

*Recovery* pengolahan bahan galian mineral biji dapat dinyatakan dengan persamaan rumus berikut :

$$R = \frac{K}{F} \times 100 \dots\dots\dots(2.1)$$

(Adra.biz)

Keterangan :

R : *Recovery* mineral berharga(%)

K : Masa konsentrat (gram)

F : Masa umpan nya *-feed* (gram)

## Research Methodology

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2022. Uji laboratorium dilaksanakan di laboratorium Prodi Teknik pertambangan STTIND (Sekolah Tinggi Teknik Industri) Padang.

Data primer merupakan data perhitungan dari hasil pengamatan objek penelitian mengenai hasil pengelolaan.

Data primer yaitu :

1. Volume minyak pelumas dan minyak tanah.
2. pH
3. TDS
4. *Massa feed*
5. Massa konsentrat

Data sekunder merupakan data yang di dapatkan dari media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip perusahaan baik yang di publikasikan maupun yang tidak di publikasikan secara umum.

Data sekunder yaitu :

1. Nilai kalori batubara
2. Peta wilayah pengambilan sampel

Pengolahan data dilakukan dengan cara:

1. Menghitung pengaruh waktu terhadap *recovery* dianalisis dalam bentuk grafik dengan bantuan *Microsoft excel* untuk mendapat nilai korelasinya ( $R^2$ ).
2. Menghitung pengaruh pH terhadap *recovery* dianalisis dalam bentuk grafik dengan bantuan *Microsoft excel* untuk mendapat nilai korelasinya ( $R^2$ ).
3. Menghitung pengaruh TDS (*Total Dissolved Solid*) larutan terhadap *recovery* dianalisis dalam bentuk

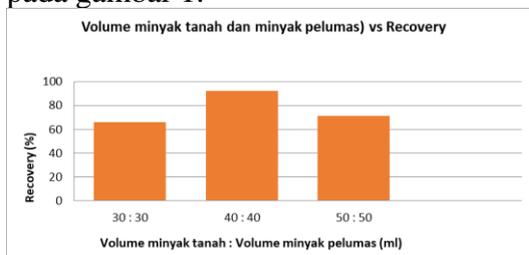
grafik dengan bantuan *Microsoft excel* untuk mendapat nilai korelasinya ( $R^2$ ).

$R^2 = 0$  Artinya : Tidak ada korelasi antara dua variabel.  
Jika nilai  $R^2 = >0 - 0,25$   
Artinya : Korelasi sangat lemah.  
Jika nilai  $R^2 = >0,25 - 0,5$   
Artinya : Korelasi cukup.  
Jika nilai  $R^2 = >0,5 - 0,75$   
Artinya : Korelasi kuat.  
Jika nilai  $R^2 = >0,75 - 0,99$   
Artinya : Korelasi sangat kuat.  
Jika nilai  $R^2 = 1$  Artinya : Korelasi sempurna.

## Results and Discussion

### 1. Pengaruh Volume Minyak Tanah Dan Minyak Pelumas Terhadap *Recovery*

Setelah dilakukan pencucian batubara (*flotasi*) dengan menggunakan campuran: minyak tanah dan minyak pelumas dengan volume yang bervariasi yaitu 30ml:30ml, 40ml:40ml, 50ml:50ml dengan *feed* 50gr dan air mineral dengan volume 500 ml dengan waktu proses flotasi selama 1 menit. Hasil pengaruh komposisi volume minyak tanah dan minyak pelumas terhadap *recovery* batubara disajikan pada gambar 1.



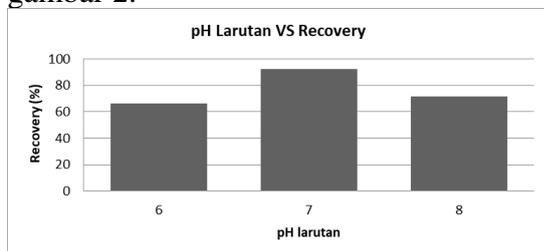
Gambar 1. Pengaruh volume minyak tanah dan minyak pelumas terhadap *recovery*

Minyak tanah dan minyak pelumas merupakan reagen kimia berupa kolektor yang berfungsi untuk merubah sifat permukaan mineral bersifat hidrofilik menjadi bersifat hidrofobik. Berdasarkan jenis kolektornya tergolong pada kolektor nonpolar. Kenaikan rasio volume minyak pelumas dan minyak tanah terhadap *feed* batubara 50 gr tidak selalu memberikan efek kenaikan *recovery* batubara yang signifikan. Berdasarkan gambar 5.1 di atas dapat diketahui bahwa dari 3 uji coba dilakukan dimana uji coba yang hasil *recovery* optimum pada variasi (40 : 40 ml) dengan korelasi antara dua variabel ini lemah 0.035 (Sarwono:2006) dikarenakan minyak pelumas dan minyak tanah membunyah zat pengikat yang tinggi.

### 2. Pengaruh pH Larutan Terhadap *Recovery*

pH mempengaruhi terhadap *recovery* dari proses flotasi batubara. Hal ini dikarenakan molekul batubara menjadi bersifat hidrofobik (terikat oleh gelombang air), sehingga molekul batubara tersebut terapungkan oleh gelembung udara yang dihasilkan oleh proses flotasi. Semakin tinggi pH pulp batubara semakin tinggi *recovery* batubara yang dihasilkan. Setelah dilakukan pencucian batubara (*flotasi*) dengan menggunakan campuran minyak tanah dan minyak pelumas dengan volume yang bervariasi yaitu 30:30 ml, 40:40 ml, 50:50 ml dengan *feed* sebanyak 50gr dan air mineral dengan volume 500ml dan dilakukan pencampuran dalam waktu 1 menit setelah itu diukur pH nya dalam setiap

uji coba dan hasilnya bisa dilihat di gambar 2.

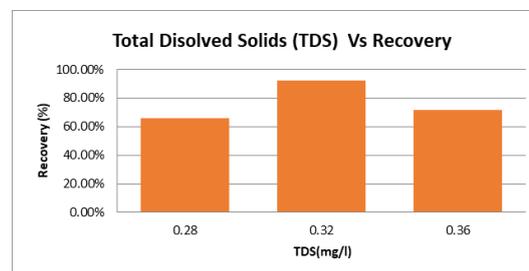


Gambar 2 Pengaruh pH Terhadap Recovery

pH merupakan variabel utama untuk mengendalikan flotasi karena secara langsung mempengaruhi adopsi kolektor oleh mekanisme transfer electron (Holmes,R.2009, Severov, V. V. 2014 , Gutierrez, L. 2020.). Salah satu produk dari mekanisme reaksi ini adalah ion hidroksil (OH<sup>-</sup>) akan meningkat seiring meningkatnya pH. Kondisi ini akan memperlambat atau bahkan menghentikan reaksi kolektor dengan mineral karena pergeseran keseimbangan kimia (Lambert, H., 2019). Penelitian menggunakan tiga variasi pH yaitu sebesar 6, 7 dan 8 hasil karakterisasi flotasi batubara dan analisis pengaruh pH terhadap variasi masing pH dengan ukuran partikel dan persen padatan seperti ditunjukkan pada tabel di atas. Berdasarkan gambar 5.2 di atas dapat diketahui bahwa dari 3 uji coba dilakukan dimana uji coba dengan hasil *recovery* optimum pada variasi (40 : 40 ml) dengan nilai pH 7 pada nilai kolerasi antara dua variabel ini variabel ini lemah 0.035 (Sarwono:2006).

### 3. Pengaruh Total Disolved Solids (TDS) Terhadap Recovery

TDS adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air. Hubungan antara TDS dan nilai *recovery* batubara tidak selalu berbanding lurus. Artinya, peningkatan nilai persen padatan tidak selalu diikuti oleh peningkatan nilai perolehan kembali *recovery* yang dihasilkan dan setelah dilakukan pencucian batubara (*flotasi*) dengan menggunakan campuran: minyak tanah dan minyak pelumas dengan volume yang bervariasi yaitu 30 : 30 ml, 40 : 40 ml, 50 : 50 ml dengan *feed* sebanyak 50gr dan air mineral dengan volume 500 ml dan dilakukan pencampuran dalam waktu 1 menit setelah itu diukur TDS dengan menggunakan alat dalam setiap uji coba dan hasilnya bisa dilihat di gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh TDS Terhadap Recovery

Berdasarkan gambar 3 di atas dapat diketahui bahwa dari 3 uji coba dilakukan dimana dapat diketahui hasil *recovery* optimum pada variasi 40 : 40 ml dengan nilai TDS nya (0,32 mg/l) pada nilai kolerasi antara dua variabel ini lemah 0.035.

## Conclusion

1. Pengaruh volume minyak pelumas dan minyak tanah terhadap *recovery* batubara dari hasil pencucian batubara menggunakan metode *flotasi* dengan hasil *recovery* optimum pada variasi 40 : 40 ml dengan kolerasi antara dua variabel ini nilainya lemah yaitu 0,035.
2. Pengaruh pH larutan pada *recovery* batubara dari hasil pencucian batubara menggunakan metode *flotasi* dengan hasil *recovery* optimum pada variasi pH dengan kolerasi antara dua variabel ini nilainya lemah yaitu 0,035.
3. Pengaruh *TDS (Total Dissolved Solid)* larutan pada *recovery* batubara dari hasil pencucian batubara menggunakan metode *flotasi* dengan hasil *recovery* optimum pada *TDS* dengan kolerasi antara dua variabel ini nilainya lemah yaitu 0,035.

## References

- Ahmed, A., Naser, A., Shah, R., Naeem B., and Mahmood S., 2007. Coal Desulfurization by Solvent Leaching Methods. *Journal of faculty of engineering & Technology*, 47-56.
- Aladin, Andi Jurnal. 2009. Rekayasa Proses, Penentuan Rasio Optimum Campuran CPO: Batubara Dalam Desulfurisasi dan Deashing Secara Flotasi Sistem Kontinyu. Vol. 3, No. 2.
- Anggayana, K., 2003. Studi pirit sebagai sumber sulfur pada batubara. *Jurnal JTM FIKTM ITB*, volume X, No. 1, 1 - 14.
- Berkowitz, N., 1979. An Introcution to Coal Technology. *Academic Press*, New York.
- Ehsani, R. M., 2006. Desulfurization of Tabas Coal using Chemical Reagents. *J.Chem.* Vol.25 (2), 59-66.
- Gutierrez, L. 2020. Effect of Eh and pH on the flotation of enargite using seawater. *Minerals Engineering*, 159,
- Holmes, R. 2009. Effect of collector, pH and ionic strength on the cationic flotation of kaolinite. *International Journal of Mineral Processing*, 93(1), 54-58.
- Ilcham, Adi 2020. Proses Dan Inovasi Industri, Desulfurisasi Batubara secara Batch pada Kolom Tegak dengan Metoda Flotasi Larutan Daun Petai. *Jurnal Teknologi* VOL. 2, NO. 2.
- Jaya, Danang., 2020, Peningkatkan Kualitas Tailiing Batubara Dengan Metode Flotasi Menggunakan Biosurfaktan dari Lerak (Sapindusrarak De Candole). *Eksergi*, 17(1), 20-28.
- Lambert, H., 2019. Lime use and functionality in sulphide mineral flotation: A review *Minerals Engineering*, 143, 105922
- Lestari, D., Geokimia batubara untuk Beberapa Industri. *Jurnal Poros Teknik*. Volume 8 No.1, 1-54.
- Mawardi., 2013. Penggunaan HCl Sebagai Leaching Agent Dan Pengaruh Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Pada Desulfurisasi Green Coke. *Chemistry Journal of State University of Padang*. Volume 2 No. 1, 6-9.
- Mukherjee, S., 2002. Effect of Leaching High Sulphur Subbituminous Coal by Potassium Hydroxide and Acid on Removal of Mineral Matter and Sulphur. *Fuel*. Vol 80, 2037-2040.
- Sanwani, E., 1998. Pencucian Batubara. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Severov, V. V. 2014 Camineral contrast separation by flotation at neutral pH. *Minerals Engineering*, 66 68, 135-144

<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.05.009>

Subagyo, Abdullah Kuntaarsa Purwo. 2020. Desulfurisasi Batubara Dengan Metode Flotasi menggunakan Gel Lidah Buaya. Vol. 12 .

Sufriadin, 2002. Studi Karakteristik Mineral Matter dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Batubara

Sukandarrumidi, 2006. Batubara dan Pemanfaatannya.

Widodo Sri., 2019. Desulfurisasi Dan Deashing Pada Batubara Menggunakan Naoh Dan Hcl Sebagai Leaching Agent. *Jurnal Geomine*, Volume 7.

Widodo, S., 2010. Distribution of Sulfur and Pyrite in Coal Seam from Kutai Basin (East Kalimantan, Indonesia) Implication for Paleoenvironmental Conditions. *Journal of Coal Geology*, 81, 151-162.