

# PERTUKARAN ION BATUBARA UNTUK MENGURANGI KADAR Na DENGAN MEMANFAATKAN AIR ASAM TAMBANG

**Hendri P. Perangin-angin**

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari  
Email: hppunipa@gmail.com

## *Abstract*

*Coal leaching by using mine acid water and solution  $Mg^{2+}$  can reduce the levels of ash and alkali to its needs grade. Thus demonstrates the ongoing leaching process of ion exchange between the ions contained in coal with ions contained in the solution. Coal can acted as ion exchanger due to its hollow structure that could contained alkali and earth-alkali ions in its cavities. Thus the alkali ions can be exchanged with other ions in solution. Coal have more adsorption affinity to divalent alkali ion such as  $Mg^{2+}$  and  $Mn^{2+}$  compare to monovalent alkali ion such as  $Na^+$ . For ion with the same charge the ion with smaller volume would be prefer due to the relaxation of matrix contraction within the exchange. The first phase leaching conducted to understand the Na content level trend on coal by comparison to Na solution content. The procedure of the study is as follow: first coal is leached with mine acid water, second the pulp drained and count the Na, Mg, Mn content, and third make the graph using the calculation.*

**Keyword:** Coal, viscosity, mine acid water

## **Abstrak**

Pemanfaatan air asam tambang (AAT) dan larutan buatan  $Mg^{2+}$  digunakan sebagai media pelindian batubara agar dapat mengurangi kadar abu dan kadar alkali batubara pada peringkat yang dibutuhkan. Pelindian ini menunjukkan kecenderungan berlangsung proses pertukaran ion antara ion-ion yang terdapat dalam batubara dengan ion-ion yang terdapat dalam larutan. Batubara dapat digunakan sebagai penukar ion karena batubara mempunyai struktur berongga yang mengandung ion-ion alkali dan alkali tanah yang tidak terikat kuat terhadap rongga tersebut. Sehingga ion-ion alkali ini dapat ditukar dengan ion-ion lain dalam larutan. Batubara lebih mengadsorpsi ion alkali divalent seperti  $Mg^{2+}$  dan  $Mn^{2+}$  dibandingkan ion alkali monovalent seperti  $Na^+$ . Untuk ion ion dengan muatan yang sama, ion dengan volume yang lebih kecil akan lebih disukai karena kontraksi matriks penukar ion akan lebih rileks. ada pelindian tahap I dilakukan untuk melihat kecenderungan penurunan kadar Na batubara dengan melihat peningkatan kadar Na larutan. Batubara dilindi dengan larutan AAT. *Pulp* batubara disaring dan kadar Na, Mg, dan Mn larutan filtrate dianalisis dengan AAS. Kemudian membuat grafik peningkatan kadar Na, penurunan kadar Mg dan Mn larutan.

**Kata Kunci:** Batubara, visikositas, air asam tambang

## PENDAHULUAN

Batubara merupakan bahan bakar padat yang digunakan pada berbagai industri seperti baja, semen, kelistrikan, pertekstilan dan lain sebagainya, selain itu batubara merupakan bahan bakar fleksibel yang dapat dikonversi menjadi bakar dalam fase lain seperti bahan bakar cair (liquifaction) dan bahan bakar gas (gasification)

Khusus di industri tekstil, proses pembakaran batubara akan menghasilkan panas yang dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memanaskan ketel uap (boiler), di samping energi berupa panas, batubara yang dimanfaatkan juga menghasilkan material sisa atau polutan berupa gas dan padatan berupa partikulat dan debu sisa pembakaran (emisi).

Polutan pembakaran batubara pada industri tekstil umumnya berupa emisi senyawa gas yaitu karbon oksida (CO<sub>x</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) sedangkan polutan padat berupa partikel halus (partikulat), karbon tidak terbakar (unburned, carbon) dan lain sebagainya. Polutan yang dikeluarkan dari pembakaran batubara baik secara kualitatif maupun kuantitatif sangat dipengaruhi oleh karakter batubara yang digunakan sebagai bahan bakar serta sistem pembakaran terpasang yang diterapkan.

Khusus senyawa gas emisi tersebut di atas, bila bersentuhan langsung dengan udara bebas akan menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar, seperti terganggunya sistem pernafasan makhluk hidup, meningkatkan keasaman udara yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya hujan asam dan sebagainya, disamping itu akibat dari emisi tersebut dapat menurunkan kinerja dan efisiensi alat pembakaran yang digunakan, sedangkan polutan padat di samping mengganggu kesehatan juga mengakibatkan perubahan rona fisik di sekitar industri seperti tumpukan abu dasar (bottom ash) sisa pembakaran dan tertutupnya atap gedung dan perumahan oleh abu terbang (fly ash) dari cerobong asap.

Indonesia yang merupakan salah satu produsen batubara di dunia mulai meningkatkan produksi batubaranya untuk memenuhi kebutuhan batubara yang sangat besar. Jumlah cadangan terhitung batubara Indonesia yang cukup besar sangat memungkinkan untuk diproduksi dengan kapasitas yang lebih besar lagi. Tetapi dari cadangan terhitung batubara Indonesia tersebut sebagian besar merupakan batubara kualitas rendah yang mempunyai nilai kalori rendah, kadar alkali

tinggi, kadar abu tinggi, kadar sulfur tinggi, kadar moisture tinggi, dll.

Batubara dengan kualitas rendah ini sangat terbatas penggunaannya sehingga kurang diminati konsumen. Konsekuensi langsung dari tingginya kadar abu batubara akan menyebabkan tingginya kadar alkali. Kadar alkali yang tinggi dapat menyebabkan masalah *gslagging* dan *fouling* (Sule, Djamhur; Sudarsono, Arief & Sanwani, Edy, 2003). Unsur Alkali yang paling berperan dalam pembentukan slagging dan fouling masih dapat ditolerir. Tetapi, pada kadar *tinggi*, slagging dan *fouling* sangat sulit ditangani.

PT. Pelindian batubara sebagai salah satu produsen batubara dunia juga mempunyai permasalahan karena kadar Na yang tinggi dalam dari batas yang diterima industri. Kadar Na yang tinggi di dalam batubara kurang dapat dikurangi dengan cara-cara konvensional. Misalnya pencucian batubara. Dengan demikian, harus dilakukan usaha-usaha lain untuk mengurangi kadar Na. Tetapi, dengan tetap memperhatikan nilai ekonomisnya, yaitu murah dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelindian terhadap batubara ukuran  $\pm 3\text{mm}$ .

## METODE PENELITIAN

### Peralatan

Percobaan ini dilakukan dengan cara *batch* dengan *system* terbuka yaitu dalam gelas kimia 2000 ml yang dilengkapi dengan pengaduk mekanis variabel yang dipelajari adalah kecepatan putaran *impeller*, % *solid pulp*, dan waktu pelindian. Pengujian yang dilakukan hanya pada batubara ukuran -3mm. Fokus percobaan adalah proses pertukaran ion Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> pada batubara dan larutan.

### Metode Pengambilan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data ini meliputi:

1. Studi literatur untuk memperkaya bahan berupa teori-teori, data yang berkaitan dengan percobaan.
2. Melakukan uji endap apung, preprasi perconton dan analisis kadar awal sebelum melakukan pelindian.
3. Pengujian dan melakukan pelindian secara berulang pada variabel-variabel yang telah ditentukan.

4. Analisis terhadap data yang diperoleh dari percobaan diatas untuk melihat pengaruh tiap-tiap kondisi perlakuan terhadap penurunan kadar Na pada batubara.
5. Mengevaluasi serta menyimpulkan kondisi percobaan agar memperoleh sampel rekomendasi untuk mencapai kondisi yang diinginkan dan dijadikan acuan pada perancangan alat pelindian yang diinginkan.

### TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas batubara berbeda-beda pada setiap daerah penambangan. Padahal penggunaan batubara sangat dipengaruhi oleh kualitas tersebut. Misalnya parameter kualitas untuk PLTU, berbeda dengan parameter kualitas industri semen. Kadar abu batubara untuk PLTU cenderung lebih rendah dibandingkan industri semen. Sedangkan nilai kalor pada PLTU cenderung lebih tinggi dibandingkan industri semen.

Dengan adanya perbedaan parameter kualitas dalam pemakaian batubara, maka produsen harus menghasilkan batubara yang sesuai dengan persyaratan industri-industri pemakai.

#### Parameter Kualitas Batubara Pada PLTU

Kualitas batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dipasaran sekurang-kurangnya diukur dengan parameter-parameter kualitas sebagai berikut:

- a. *Calorivalue* (nilai kalor) (kkl/kg)
- b. *Total moisture* (lengas bawaan) (%)
- c. *Inherent moisture* (lengas bawaan) (%)
- d. *Volatile matter* (zat terbang) (%)
- e. *Ash content* (kandungan abu) (%)
- f. *Sulphur content* (kandungan sulphur) (%)
- g. *Coal size* (ukuran butiran batubara)

Persyaratan yang diinginkan oleh industri pengguna batubara khususnya PLTU disesuaikan dengan rancang bangun (disain) mesin pembangkit listrik masing-masing PLTU. Oleh karena itu, untuk menjaga agar mesin pembangkit listrik dapat bekerja secara efektif, maka dibutuhkan bahan bakar (batubara) dengan spesifikasi kualitas tertentu tergantung dari desainnya.

Sebagai contoh adalah PLTU Ombilin dan PLTU Suralaya, dimana kedua PLTU ini mensyaratkan kualitas batubara yang berbeda.

Tabel 1. Parameter Kualitas Batubara Untuk PLTU di Tuban

Parameter	Basis	Min	Max
Total moisture	ar	3%	18%
Volatil meter	adb	21%	39%
Abu	ar	-	15%
Sulfur	ar	-	1,0%
Nilai kalor	ar	5200kk/kg	7730kk/kg
Nitrogen	adb	-	1,2%
HGI		39	-
AFT		1120°C	-
Variasi Kualitas		<10%	-
Ukuran butir		<2,38 mm Max 20%	50mm Max 3%

Tabel 2. Parameter kualitas batubara untuk PLTU di P. susu

Parameter	Basis	Min	Max
Total Moisture	ar	23,6	28,3%
Volatile Meter	adb	-	30.3%
Abu	ar	-	12,8%
Sulfur	ar	-	0,9 %
Nilai Kalor	ar	4225 kkl/kg	-
HGI		61,8	-

#### Proses Pelindian Batubara

Berdasarkan jumlah fasa yang terlibat dalam reaksi, maka reaksi dapat dibagi menjadi reaksi homogen dan reaksi heterogen. Reaksi homogen terjadi bila jumlah fasa yang terlibat reaksi adalah satu. Reaktan dan produk pada reaksi ini adalah dalam bentuk fasa cair atau fasa gas saja. Bila jumlah fasa yang terlibat dua atau lebih maka reaksi tersebut termasuk reaksi heterogen. Misalnya fasa solid- gas, solid cair, solid-solid, dll. Pada reaksi heterogen ini selalu terdapat lapisan antar muka, antara fasa-fasa reaktan. Laju reaksinya sangat ditentukan oleh sifat, luas, dan bentuk geometri antara muka tersebut.

Pada pelindian batubara yang dilakukan terdiri dari batubara (fasa *solid*) dan larutan (fasa cair), sehingga pelindian ini adalah termasuk reaksi heterogen. Oleh karena itu, pada pelindian ini akan terbentuk lapisan tipis antar muka (boundary layer) batubara dengan larutan.

Jenis pelindian yang dilakukan adalah pelindian agitasi (*agitation leaching*). Pelindian agitasi merupakan pelindian yang dilengkapi dengan agitator atau implem yang digunakan untuk memutar atau mengaduk *pulp* batubara. *Impeller* ini akan mempengaruhi (cenderung mempercepat) proses pencampuran (*mixing*) batubara dengan larutan karena pengadukan akan menyebabkan aliran (putaran) *pulp* di dalam tangki menjadi turbulen.

Secara matematis, pengaruh pengadukan terhadap aliran dapat ditentukan dengan bilangan Reynold (*renold number*) berikut ini :

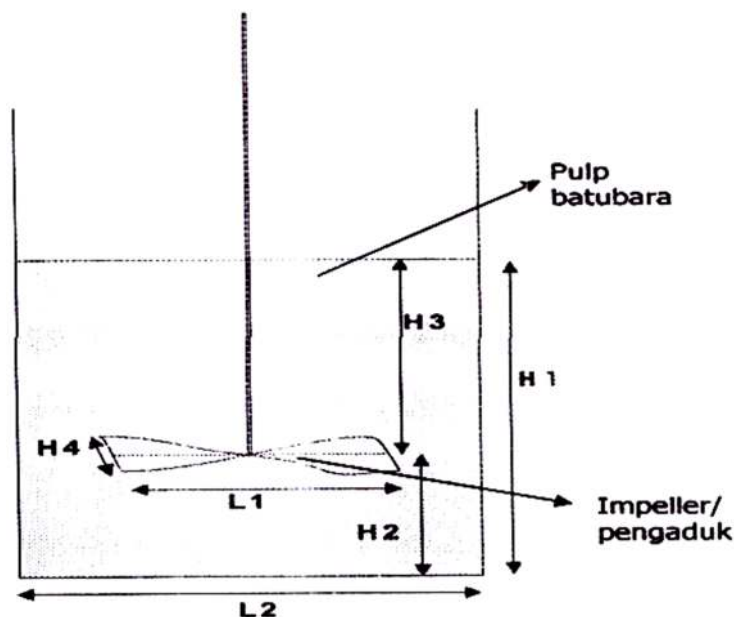
$$Re = npd/\mu \tag{1}$$

Keterangan :

- Re = Bilangan Reynold
- n = jumlah putaran implem (rps)
- p = densitas *pulp* (kg/m<sup>3</sup>)
- μ = viskositas *pulp* (pa.s); 1 Poise = 0,1 Pa.s
- d = diameter implem (m)

Jika  $Re < 2100$ , maka aliran bersifat laminar  
 Jika  $Re > 24000$ , maka aliran bersifat turbulen

Skema pelindian dengan menggunakan agitator (*impeller*) adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Skema pelindian dengan menggunakan agitator (*impeller*)

Keterangan :

- L<sub>1</sub> = panjang *impeller*
- L<sub>2</sub> = diameter tangki
- H<sub>1</sub> = tinggi *pulp*
- H<sub>2</sub> = tinggi *impeller* dari dasar tangki
- H<sub>3</sub> = tinggi *impeller* dari permukaan *pulp*
- H<sub>4</sub> = lebar *impeller*

- a. Penyiapan perconton dan uji kadar Na, Mg, dan Mn sebelum pelindian.
- b. Pelindian batubara
- c. Analisa kandungan Na, Mg, dan Mn pada batubara dan filtrate hasil pelindian.
- d. Mentabulasi data-data, membuat kurva, dan menghitung material balance.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Rancangan Percobaan**

Percobaan yang dilakukan adalah percobaan terhadap penurunan kadar natrium batubara yang berasal dari PT Pelindian batubara. Percobaan dilakukan dengan melindi batubara pada ukuran -2 mm untuk mendapat kadar Na, Mg, dan Mn pada batubara sebelum dan sesudah pelindian.

Percobaan pelindian yang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Larutan yang digunakan dalam pelindian ini ada 2 (dua) jenis, yaitu:

Larutan air asam tambang (AAT)

Air asam tambang dikirim dari PT. Pelindian Batubara. Air asam tambang(AAT) ini terbentuk dari rangkaian biokimia yang kompleks dan reaksi mikrobiologi yang terjadiketika kontak oksigen, air dan pirit. Air yang terbentuk memiliki keasaman dan logam yang terlarut yang tinggi. Pembentukan air asam tambang dipengaruhi oleh tiga komponen,

yaitu: sulfida (pirit), air dan oksigen. Ketika terjadi penambangan maka batuan yang mengandung sulfida ini akan tersingkap dan teroksidasi oleh oksigen dan air, sehingga akan membentuk air asam tambang.

#### Larutan buatan $Mg^{2+}$

Larutan buatan  $Mg^{2+}$  yang dibuat dengan melarutkan garam Inggris yang mengandung 84%  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan aquades. Larutan ini dibuat karena logam alkali tinggi pada larutan AAT adalah Mg. Reaksi pertukaran ion terbesar juga terjadi antara  $Na^+$  dan  $Mg^{2+}$ . Oleh karena itu, larutan buatan yang dibuat harus mengandung ion  $Mg^{2+}$  yang banyak.

Pelindian tahap 1 (80 kondisi percobaan) dengan larutan AAT. Dilakukan untuk melihat kecenderungan penurunan kadar Na dan pengaruh variable-variabel percobaan bila dilindi dengan larutan air asam tambang (AAT).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### **Pelindian Awal (78 Kondisi Percobaan) Dengan Air Asam Tambang (AAT)**

Dari 78 kondisi percobaan yang dilakukan diperoleh masing-masing 78 kadar Na, Mg, dan Mn dalam larutan air asam tambang. Untuk melihat kecenderungan penurunan kadar Na di batubara ditunjukkan oleh grafik peningkatan kadar Na pada larutan air asam tambang.

Demikian sebaliknya peningkatan kadar Mg dan Mn pada larutan air asam tambang. Hal ini membuktikan terjadinya proses pertukaran ion antara ion batubara dengan larutan air asam tambang.

#### **Kecenderungan Peningkatan Kadar Na Larutan Air Asam Tambang (AAT) Terhadap Waktu**

Grafik kecenderungan peningkatan kadar Na yang dibuat, dibagi menjadi 4 sesuai dengan putaran *impeller* percobaan, yaitu 110, 160, 210, dan 260 rpm. Dari grafik percobaan dapat dilihat pengaruh variable % *solid* dan lama pelindian terhadap peningkatan kadar Na larutan air asam tambang pada putaran *impeller* yang sama. Dengan bertambahnya kadar Na pada larutan air asam tambang menunjukkan bahwa kadar Na pada batubara menurun.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengaruh variabel percobaan

pada pelindian batubara dengan larutan air asam tambang (AAT) adalah sebagai berikut:

- Semakin besar kecepatan putaran *impeller* maka reaksi pertukaran ion  $Na^+$  batubara dengan ion  $Mg^{2+}$  dan  $Mn^{2+}$  larutan AAT akan lebih cepat. Hal ini dapat dilihat bahwa kecepatan reaksi paling terbesar terjadi pada 260 rpm.
- Semakin panjang jeda waktu pelindian maka reaksi pertukaran ion batubara dengan larutan air asam tambang semakin besar. Tetapi reaksi paling cepat terjadi pada awal pelindian yaitu menit ke 30 s/d 60. Bila waktu pelindian > 60 menit kecepatan reaksi menjadi lambat.

Persen reduksi Na batubara maksimum diperoleh pada kondisi 260 rpm, 30% *solid*, dan 60 menit, yaitu mencapai 41.99%.

Untuk percobaan selanjutnya, disarankan untuk melakukan pelindian batubara dengan menggunakan larutan pelindi yang bervariasi seperti  $MgCl_2$ ,  $MnSO_4$ , dan  $MnCl_2$ . Hal ini perlu dilakukan untuk mendapatkan perbandingan reduksi Na batubara terbesar dengan perbedaan larutan pelindi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adityas, Novianto Dewi, *Studi Penurunan Kadar Natrium dalam Batubara Asal Berau-Lati, Kalimantan Timur*, Tugas akhir, ITB, Bandung, 2003.
- Annual Book of ASTM Standards Section 5, *Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels*, vol.05, Gaseous Fules: Coal and Coke, ASTM, Philadelphia, USA, 1993.
- Bangun, Darwan S., *Studi Penurunan Kadar Natrium dalam Batubara Asal Berau-Lati, Kalimantan Timur Dengan pelarut dalam suasana asam*, Tugas akhir, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2003.
- Adinugraha, W. 2006. "Tesis Magister". Studi Pencucian Batubara Menggunakan Chance Cone Dengan Media Hematite.
- Alberty A Robert., Farrington Daniels. 1980. "Physical Chemistry", John Wiley & Sons, Inc.
- Anggayana, Komang. 2005. "Buku Ajar Pengeboran Eksplorasi Dan Penampang Lubang Bor". Departemen Teknik Pertambangan ITB, Bandung.

- Arikunto. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Badin John Elmur. 1984. "Coal Combustion Chemistry - Correlation Aspect". Elsevier.
- Betekhtin, A., "A Course of Mineralogy", Peace Publisher, Moscow.
- Brown, G.G. 1978. "Unit Operation", 14th Printing. Japan: Modem Asia Edition
- Burt, Erica MPH., Peter Orris, MD, MPH., Susan Buchanan, MD, MPH. 2013. *Scientific Evidence of Health Effects from Coal Use in Energy Generation*. University of Illinois at Chicago School of Public Health Chicago, Illinois, USA.
- Burt, R.O..1984. (assisted by Chris Mills), "Gravity Concentration Technology", Elsevier.
- Cahyadi, DwikaBudianto, AdiSurjosatyo, Yulianto S. Nugroho. (2014). *Karakterisasi Pembakaran Batubara Halus Dalam Lingkungan Udaradan Oxy-Fuel*. *Jurnal EnergidanLingkungan* Vol. 10, No. 1, Juni 2014. Universitas Indonesia, Depok.
- Chadwik M.J., LindmanN. 1982. "Environmental IndicationOf Expanded Coal Utiliization". Pergamon Press.
- Chadwik M.J., Lindman N. 2011. "Pelepasan emisi pembakaran batubara terjadi pada awal pembakaran batubara".
- Choesin Devi N., RahmatTaufik, Esyanti Rizkita R. 2003. "Pengetahuan Lingkungan", Departemen Biologi Institut Teknologi Bandung.
- Edgar F Thomas. 1983. *Coal Processing and Pollution Control*, Gulf Publishing Company Book Division. Houston.
- Sudarsono S Arief, *Pengantar Pengolahan dan Ekstraksi Bijih Emas*