

STUDI PEMANFAATAN BOTTOM ASH UNTUK PENCEGAHAN AIR ASAM TAMBANG DAN MENURUNKANKONSENTRASI LOGAM TERLARUT PADA BATUAN BREKSI VULKANIK DENGAN SKALA LABORATORIUM

Agung Setia Budi¹, Nalom D. Marpaung², M,Eka Onwardana³

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede
Jl. DR. TD Pardede No. 8 Medan 20153, Sumatera Utara

Email : agungsetiabudi41096@gmail.com¹,
nalommarpaung23@gmail.com²onwardana@yahoo.com³

ABSTRAK

Kegiatan penambangan berpotensi pencemaran berupa air asam tambang. Pencegahan air asam tambang (AAT) dapat dilakukan dengan melakukan upaya covering material yang berpotensi membentuk AAT (Potentially Acid Forming/PAF) dengan menggunakan material yang tidak berpotensi (Non Acid Forming/NAF). Sehingga dapat menghentikan atau mengurangi kontak antara mineral sulfide dengan udara dan/atau air. Namun keberadaan material NAF seringkali tidak ditemukan dalam jumlah yang banyak untuk dapat mengisolasi seluruh material PAF. Oleh karena itu, diperlukan material lain sebagai alternatif dalam pencegahan pembentukan AAT. Salah satu material yang memiliki potensi untuk dapat digunakan yakni bottom ash yang merupakan hasil pembakaran batubara di PLTU. Sebuah penelitian dilakukan dengan sampel breksi vulkanik yang merupakan batuan PAF yang dan breksi vulkanik yang dicampur dengan material bottom ash menggunakan metode Leach Column Test (LCT). Hasil pengujian LCT diperoleh nilai pH dan ion logam terlarut yang bervariasi. Pada breksi vulkanik memperoleh nilai pH yang berfluktuasi dengan rentang 2.3-

0.8 dengan logam terlarut yang tinggi. Sedangkan pada breksi vulkanik yang dicampur dengan bottom ash memperoleh nilai pH yang tertahan antara 3.57-3.56 dengan konsentrasi logam terlarut yang rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan 30% bottom ash dapat meningkatkan nilai pH dan menurunkan nilai konsentrasi logam terlarut pada breksi vulkanik. Penambahan material bottom ash dapat meningkatkan pH pada breksi vulkanik tetapi tidak mampu menetralkan keasaman breksi vulkanik.

Kata kunci : Air Asam Tambang, Breksi Vulkanik, Bottom Ash

ABSTRACT

Mining activities have the potential for contamination in the form of acid mine drainage. Prevention of acid mine drainage (AAT) can be carried out by covering materials that have the potential to form AAT (Potentially Acid Forming / PAF) using non-potential (Non Acid Forming / NAF) materials. So that it can stop or reduce the contact between sulfide minerals with air and / or water. However, the presence of NAF material is often not found in large quantities to be able to isolate all PAF materials. Therefore, another material is needed as an alternative in preventing AAT formation. One of the materials that has the potential to be used is bottom ash which is the result of burning coal at the PLTU. A study was conducted with

samples of volcanic breccias which are PAF rocks and volcanic breccias mixed with bottom ash material using the Leach Column Test (LCT) method. LCT test results obtained varying pH values and dissolved metal ions. In volcanic breccias, the pH value fluctuates in the range of 2.3-0.8 with high dissolved metals. Meanwhile, volcanic breccias mixed with bottom ash obtained pH values that were retained between 3.57-3.56 with low dissolved metal concentrations. The test results show that the addition of 30% bottom ash can increase the pH value and decrease the dissolved metal concentration in volcanic breccia. The addition of bottom ash material can increase the pH of volcanic breccias but is not able to neutralize the acidity of volcanic breccias.

Keywords : Acid Mine Water, Volcanic Breccia, Bottom Ash

PENDAHULUAN

Material yang digunakan dalam proses pengolahan air asam tambang adalah bahan yang mempunyai sifat alkali seperti batu gamping namun *fly ash* dan *bottom ash* abu sisa pembakaran batubara berpotensi memiliki kadar alkalinitas. Pada penelitian ini digunakan material *bottom ash* untuk pencegahan air asam tambang dan menurunkan konsentrasi logam terlarut pada sampel batuan breksi vulkanik. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sisa pembakaran batubara berupa abu dasar (*Bottom ash/BA*), yang berasal dari sisa pembakaran batubara dari PLTU Pangkalan Susu. Kemudian batuan breksi vulkanik yang berasal dari tambang bijih yang ada di Provinsi Sumatra Utara yang telah tersedia di laboratorium jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Medan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Leach Column Test* (LCT) dengan menggunakan *Buchner funnel* yang diisi dengan *bottom ash* dan batuan breksi vulkanik yang dicampur dengan perbandingan 30 persen *bottom ash* dengan

70 persen batuan breksi vulkanik. Kemudian disiram dengan air secara regular selang tiga hari, pada hari ke 10 sampel dibilas dengan air destilasi, kemudian air yang didapat dikirim ke laboratorium untuk melihat pH dan konsentrasi logam terlarutnya. Hasil uji laboratorium diproses hingga didapat nilai pH air lindian dan konsentrasi logam terlarut. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *bottom ash* sebagai alternatif untuk mencegah terbentuknya air asam tambang dan menurunkan konsentrasi

logam terlarut pada batuan breksi vulkanik.

Tujuan dari rencana penelitian ini adalah mengetahui apakah pencampuran *bottom ash* dengan batuan breksi vulkanik untuk pencegahan air asam tambang dan menurunkan konsentrasi logam terlarut pada sampel breksi vulkanik.

LANDASAN TEORI

Air Asam Tambang

Air asam tambang (AAT) atau dalam bahasa asingnya *Acid Mine Drainage* (AMD) adalah air yang terbentuk di lokasi penambangan dengan pH rendah ($\text{pH} < 5$) sebagai dampak dibukanya suatu potensi keasaman batuan sehingga menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air ditanah. Air asam pembentukannya dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral – mineral sulfida (pirit, kalkopirit, markasit, dll). Kegiatan penambangan yang berpotensi mengakibatkan air

asam tambang dapat berupa tambang terbukamaupun tambang dalam (Bawah tanah)

Proses Terjadinya Air Asam Tambang

Air asam tambang atau dalam bahasa asing *Acid Mine Drainage* (AMD) terbentuk di lokasi penambangan dengan pH rendah ($\text{pH} < 6$), AAT ditemukan pada tambang batubara maupun tambang bijih atau kegiatan penggalian lain. Air yang berasal dari tambang bijih akan memiliki karakteristik berwarna merah kecoklatan, kuning dan kadang - kadang putih. Air tersebut bisa saja bersifat asam maupun basa tergantung dari tingkat konsentrasi- sulfat (SO_4^2), besi (Fe), mangan (Mn) juga dipengaruhi elemen-elemen

sepertikalsium, sodium, potassium dan magnesium. Pembentukan air asam tambang dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung Mineral – Mineral *sulfida*

Pengaruh Temperatur Terhadap Keterbentukan AAT

Secara umum menurut Cathles, (1979) tingkat reaksi pada air asam tambang juga dipengaruhi oleh temperatur. Air asam tambang dengan temperatur tinggi akan mempercepat pemanasan material pirit. Sehingga Fe teroksidasi dengan bantuan bakteri *T.ferrooxidans*. Bakteri ini akan hidup pada temperatur 25° - 35°C, akan tetapi bakteri ini akan mati pada temperatur 55°C, Pengukuran menunjukkan bahwa oksidasi bahan-kaya sulfida bisa menghangatkan internal untuk suhu setidaknya setinggi 60°C karena panas yang dilepaskan oleh reaksi oksidasi (Cathles, 1975). Untuk melihat kondisi temperatur bakteri dapat hidup dapat di lihat tabel 2.1 dan beberapa materi yang kaya sulfida sebenarnya mengalami pembakaran spontan.

Seperti disebutkan juga diatas, reaksi oksidasi pirit bersifat eksotermis artinya menghasilkan panas, dan perubahan temperatur akibat reaksi ini tentunya akan mempengaruhi kecepatan reaksi. Dalam analisa *Net Acid Generation* (NAG) test, kondisi eksotermis seringkali teridentifikasi secara nyata/langsung melalui tabung sampel yang terasa panas setelah penambahan larutan *Hydrogen Peroxide* pada sampel batuan, apabila batuan tersebut mengandung *pyrite*, khususnya yang reaktif.

Pengaruh pH dan TDS Terhadap Keterbentukan AAT

Pada *Gambar 2-1* menunjukkan efektifitas fluida untuk variasi pH. Gambar tersebut menunjukkan bahwa TDS menunjukkan pola yang sama bahwa semakin tinggi pH maka efektifitas koagulasinya akan turun. pH umpan dapat mempengaruhi kelarutan dari suatu koagulan. Alum memiliki kelarutan yang besar pada rentang pH 5-7. Semakin mudah larut suatu fluida, maka semakin mudah terbentuknya ion aquometalik yang akhirnya semakin cepatnya partikel koloid

ternetralisasi membentuk endapan. Semakin besar pH, maka kelarutan dari Alum semakin kecil, sehingga ion aquometalik semakin sulit terbentuk, yang akhirnya mengurangi jumlah partikel koloid yang dapat ternetralisasi membentuk endapan.

Hubungan Antara Asam Sulfat (H₂SO₄) Dengan Penurunan pH

Asam sulfat adalah bentuk sulfat di dalam air yang sangat berpengaruh terhadap penurunan pH atau peningkatan sifat asam perairan dengan cepat dan biasanya mencapai kestabilan antara pH 2,5 hingga 3,0. Kemasaman (pH) air asam dapat berkembang dengan dihasilkannya besi sulfat yang merupakan oksidator kuat. Dengan demikian ion besi (III) mampu melarutkan mineral-mineral sulfid logam seperti timbal, tembaga, seng dan kadmium. (Fahrudin, 2009). Konsep asam-basa dalam katalisator tidak terbatas pada konsep asam-basa Arrhenius, yaitu asam merupakan senyawa yang dalam pelarut air akan menghasilkan ion H⁺ dan basa adalah senyawa yang dalam air akan memiliki ion OH⁻, tetapi juga meliputi konsep asam-basa Bronsted-Lowry dan Lewis. Banyak reaksi yang dikatalisis oleh asam atau basa, contohnya adalah reaksi dekomposisi hidrogen peroksida yang dikatalisis oleh asam sulfat. Makin pekat konsentrasi asam sulfat yang ditambahkan, reaksi akan berlangsung makin cepat.

Sumber – Sumber Air Asam Tambang

- 1) Air dari tambang terbuka
Lapisan batuan akan terbuka sebagai akibat dari terkupasnya lapisan penutup, sehingga unsur sulfur yang terdapat dalam batuan sulfida akan mudah teroksidasi dan bila bereaksi air dan oksigen akan membentuk air asam tambang.
- 2) Air dari unit pengolahan batuan buangan
Material yang banyak terdapat pada limbah kegiatan penambangan adalah batuan buangan (*waste rock*). Jumlah batuan buangan ini akan semakin meningkat dengan bertambahnya kegiatan penambangan. Sebagai akibatnya, batuan buangan yang banyak mengandung pirit akan berhubungan langsung dengan udara

terbuka membentuk senyawa sulfur oksida selanjutnya dengan adanya air akan membentuk air asam tambang.

- 3) Air dari lokasi penimbunan batuan Timbunan batuan yang berasal dari batuan sulfida dapat menghasilkan air asam tambang karena adanya kontak langsung dengan udara yang selanjutnya terjadi pelarutan akibat adanya air.
- 4) Air dari unit pengolahan limbah tailing Kandungan unsur sulfur di dalam tailing diketahui mempunyai potensi dalam membentuk air asam tambang, pH dalam tailing pond ini biasanya cukup tinggi karena adanya penambahan *hydrated lime* untuk menetralkan air yang bersifat asam yang dibuang ke dalamnya. Air yang masuk ke dalam tailing pond yang bersifat asam tersebut diperkirakan akan menyebabkan limbah asam bila merembes keluar dari tailing pond.

Dampak – Dampak Air Asam Tambang

Akibat dari kegiatan pemoran, pengolahan batuan penutup dan kegiatan penambangan yang lainnya serta pengolahan batubara yang dapat menyebabkan senyawa pirit yang ada dalam mineral terbentuk dengan oksigen dan bereaksi dengan air tanah atau air hujan. Air asam, tambang ini dicirikan dengan rendahnya pH dan tingginya senyawa logam tertentu seperti besi, aluminium, mangan. Pirit (FeS_2) merupakan senyawa yang umum dijumpai di lokasi pertambangan. Selain Pirit masih ada berbagai jenis *sulfida* logam yang mempunyai potensi membentuk air asam tambang seperti: *marcasite*, *pyrrhotite*, *chalcocite*, *covellite* dll. Limbah pertambangan yang bersifat asam bisa menyebabkan korosi dan melarutkan logam-logam sehingga air yang dicemari bersifat racun dan dapat memusnahkan kehidupan akuatik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan

laboratorim. Percobaan yang dilakukan adalah kajian pencegahan air asam tambang yang diukur nilai pH dan konsentrasi logam terlarut hasil air lindian penelitian dengan metode *Leach Column Test*. Dari pengujian ini dapat diketahui nilai pH pada air lindian tersebut untuk mengetahui keasaman dan logam terlarutnya.

Metode Pengumpulan Data

Sampel batuan PAF yang digunakan untuk penelitian ini adalah batuan breksi vulkanik yang berasal dari tambang bijih yang ada di Provinsi Sumatera Utara. Untuk sisa abu pembakaran batubara berupa abu dasar (*Bottom ash/BA*) yang berasal dari sisa pembakaran batubara dari PLTU Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat. Untuk mengetahui laju keterbentukan air asam dan konsentrasi logam terlarut pada campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* dilakukan uji kinetik *Leach Column Test*, (LCT, mengacu kepada SNI 7082-2016)

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan pada penelitian ini adalah:

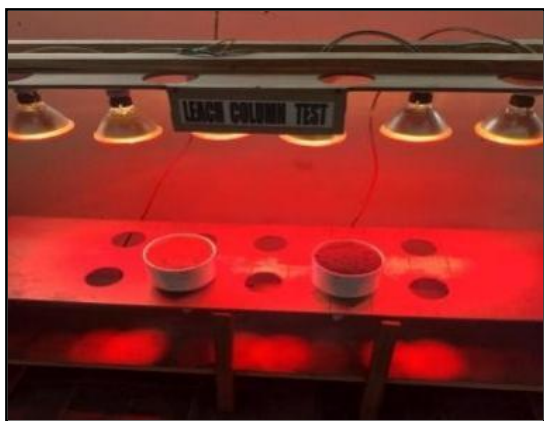
1. Sampel breksi vulkanik yang diambil dari tambang bijih yang ada di laboratorium petrologi, Institut Teknologi Medan.
2. Abu sisa pembakaran batubara berupa abu dasar (*Bottom ash/BA*), yang berasal dari sisa pembakaran batubara dari PLTU Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat.
3. Air destilasi sebanyak 200 ml dalam 3 hari sekali untuk penyiraman sampel, dan pada hari ke 10 sebanyak 700 ml untuk pembilasan sampel. Air destilasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 1300 ml untuk penyiraman dan 300 ml untuk pembilasan.

Pengujian LCT (*Leach Column Test*)

Langkah-langkah yang dilakukan untuk uji kinetik LCT (*Leach Column Test*) mengikuti SNI 7082-2016 sebagai berikut :

- 1) Uji LCT mengikuti prosedur SNI 7082-2016.

- 2) Sampel diberi pemanasan dengan menggunakan lampu 150 Watt sebanyak 6 buah dalam waktu 8 jam per hari dan sisanya 16 jam lampu dimatikan. Hal ini bertujuan sebagai pengganti panas sinar matahari di lapangan sebagaimana terlihat pada *Gambar 3-5*. Selanjutnya sampel disiram dengan air aquades secara regular selang 3 hari sekali sebanyak 200ml sebelum di hidupkan lampu pemanasnya penyiraman bertujuan sebagai keadaan sampel batuan saat dilapangan terkena air hujan. Penggunaan air aquades untuk menghindari kesalahan dalam mendapatkan data pH dan logamterlarut, dikarenakan aquades memiliki pH normal dan tidak memiliki logam terlarut.



Gambar 1. Pemanasan sampel dengan menggunakan lampu Leach Column Test

- 3) Pada hari ke-10 sampel dibilas dengan air aquades sebanyak 700 ml, air lindian akan turun ke bawah dan ditampung dengan gelas ukur dapat dilihat pada *Gambar 3-6*. Kemudian air lindian dikirim ke laboratorium guna mengetahui nilai pH dan konsentrasi logam terlarutnya.



Gambar 2. Penampungan air lindian yang turun dengan gelas ukur

- 4) Prosedur nomor 1 sampai nomor 3 di ulang sebanyak 2 kali pada waktu yang berbeda untuk melihat perbandingan hasil uji laboratorium pada hasil air lindian.
5) Hasil uji laboratorium diproses hingga didapat nilai pH dan konsentrasi logam terlarut yang timbul.

Kemudian dilakukan analisa dan pembahasan terhadap nilai – nilai yang di dapat.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN Data LCT (*Leach Column Test*)

Dari pengujian LCT di dapat hasil pengujian laboratorium sebagai berikut, dapat dilihat pada *Tabel 1* dan *Tabel 2*.

Tabel 1. Data Hasil Uji Laboratorium.

Material	pH	
	Hari 10	Hari 20
Campuran Breksi Vulkanik Dengan Bottom Ash	3.87	3.86

(Sumber : Hasil uji Laboratorium Balai Riset Dan Standarisasi Industri Medan, Desember 2019)

Tabel 2. Data Jenis Logam Terlarut Hasil Uji Laboratorium.

No	Materi	Parameter (mg/L)	06/10/2019	16/10/2019
1	Campuran Breksi Vulkanik Dengan Bottom Ash	Tembaga (Cu)	<0.006	<0.006
2		Kadmium (Cd)	<0.002	<0.002
3		Seng (Zn)	<0.001	<0.001
4		Timbal (Pb)	<0.003	<0.003
5		Arsen (As)	<0.0004	<0.0004
6		Nikel (Ni)	<0.009	<0.009
7		Khromium (Cr)	<0.005	<0.005
8		Raksa (Hg)	<0.0004	<0.0004

(Sumber : Hasil uji Laboratorium Balai Riset Dan Standarisasi Industri Medan, Desember 2019)

pH

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan pH terhadap waktu mengalami perubahan yang sangat kecil. Pada sampel batu breksi vulkanik yang di campur *bottom ash* memiliki pH (3.87) pada hari ke-10, dan pH (3.86) pada hari ke-20.

Tembaga (Cu)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut tembaga terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki tembaga <0.006 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Kadmium (Cd)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut kadmium terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki kadmium <0.002 Mg/L pada hari

ke-10 dan hari ke-20.

Seng (Zn)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut seng terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki seng <0.001 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Timbal (Pb)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut timbal terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki timbal <0.003 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Arsenik (As)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut arsenik terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki arsenik <0.0004 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Nikel (Ni)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut nikel terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki nikel <0.009 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Khromium (Cr)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut khromium terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki khromium <0.005 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Raksa (Hg)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan logam terlarut raksa terhadap waktu tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki Raksa <0.0004 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20.

Data Sekunder

Penelitian Pabwi (2014) terhadap batuan breksi vulkanik dengan cara LCT test menunjukkan nilai pH batuan breksi vulkanik menurun signifikan dan menerus hingga hari ke 63 dengan nilai pengukuran pH 0,8 (tabel 4.3). Kondisi ini menunjukkan batuan breksi vulkanik sebagai jenis batuan aktif membentuk air asam. Hasil uji laboratorium terhadap batuan breksi vulkanik juga menunjukkan air asam yang terbentuk akan melarutkan logam dan meningkat signifikan seperti arsenic mencapai 7,11 mg/l, kromium mencapai 0,842 mg/l, tembaga mencapai

9,60 mg/l, besi mencapai 850 mg/l dan lainnya sebagaimana terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Insitu

NO	Material	pH				
		Har i12	Har i26	Har i38	Har i50	Har i63
1	Breksi Vulkanik	2.3	0.9	0.8	1.8	0.8

(Sumber : Pengujian di laboratorium Geofisika, 2014)

Tabel 4. Data Jenis Logam Terlarut Hasil Uji Laboratorium

NO	Material Breksi Vulkanik	16/06/2014	30/06/2014	10/7/2014	22/07/2014	4/8/2014
1	Sulphate (SO ₄ ²⁻) (Mg/L)	1610	2040	3460	1570	3010
2	Arsenic (AS) (Mg/L)	1.72	2.73	6.11	2.44	7.11
3	Cadmium (Cd) (Mg/L)	0.0307	0.0220	0.0449	0.0049	0.0195
4	Chromium (Cr) (Mg/L)	0.436	0.356	0.28	0.364	0.842
5	Tembaga (Cu) (Mg/L)	5.35	5.03	16.0	2.70	9.60
6	Besi (Fe) (Mg/L)	457	445	1220	192	857
7	Timah Hitam (Pb) (Mg/L)	0.822	0.482	0.88	0.88	0.69
8	Mangan (Mn) (Mg/L)	2.88	1.75	4.2	0.466	2.03
9	Air Raksa (Hg) (Mg/L)	<0.00005	<0.00005	0.00051	0.00007	0.00015
10	Nikel (Ni) (Mg/L)	3.45	3.08	8.76	1.77	4.9
11	Seng (Zn) (Mg/L)	9.44	2.78	6.1	0.536	2.12

(Sumber : Hasil uji Laboratorium Intertek, 2014)

Pembahasan Analisa Keterbentukan Air Asam dan Logam Terlarut Pada Sampel

Setelah dilakukan penelitian dengan menambahkan 30% bottom ash terhadap 70% material breksi vulkanik maka untuk hasil uji

laboratorium pH dan konsentrasi ion logam terlarut pada campuran breksi vulkanik dengan bottom ash dapat dilihat pada Tabel 4-5.

Tabel 5. Data Hasil Uji Laboratorium Logam Terlarut Pada Campuran Breksi Vulkanik Dengan Bottom Ash.

No	Material	Parameter	Satuan	Hari 10	Hari 20
1		pH		3.57	3.56
2		Tembaga	mg/L	<0.006	<0.006

3	Campuran Breksi Vulkanik Dengan <i>Bottom Ash</i>	Kadmium	mg/L	<0.002	<0.002
4		Seng	mg/L	<0.001	<0.001
5		Timbal	mg/L	<0.003	<0.003
6		Arsenik	mg/L	<0.0004	<0.0004
7		Nikel	mg/L	<0.009	<0.009
8		Khromium	mg/L	<0.005	<0.005
9		Air Raksa	mg/L	<0.0004	<0.0004

(Sumber : Hasil uji Laboratorium Balai Riset Dan Standarisasi Industri Medan, Desember 2019)

Dari Tabel 5 hasil uji laboratorium yang menggunakan metode *Leach Coloumn Test* dapat dilihat bahwa potensi terbentuknya air asam pada sampel campuran breksi vulkanik 700 gram dengan *bottom ash* 300 gram yakni pada hari ke-10 mendapatkan nilai pH 3,57 dan pada hari ke-20 mendapatkan nilai pH 3,56.

Untuk breksi vulkanik tanpa penambahan *bottom ash* di hari 12 (ph = 2,3) dan dihari ke 26 (ph 0,9). Dengan penambahan *bottom ash* pada hari ke-10 mendapatkan nilai pH 3,57 dan pada hari ke-20 mendapatkan nilai pH 3,56. Kondisi tersebut menunjukkan ada peningkatan nilai ph dengan penambahan material *bottom ash*.

Jadi kesimpulannya adalah penambahan 30 % *bottom ash* (abu dasar) belum dapat menetralkan keasamaan batuan breksi vulkanik (ph mendekati 7). Selanjutnya untuk logam terlarut yang didapat dari hasil pengujian tidak mengalami perubahan dan nilai logam terlarut setiap parameternya lebih rendah dari pada nilai logam terlarut breksi vulkanik yang belum dicampur dengan *bottom ash*. Hal ini menunjukkan material *bottom ash* dapat menghambat kelarutan mineral yang terdapat pada breksi vulkanik. Yang berarti material *bottom ash* dapat mengikat mineral logam yang terkandung dalam batuan breksi vulkanik.

Analisa Hasil Uji Laboratorium Sampel Terhadap Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Bijih

Berikut adalah tabel perbandingan hasil akhir uji laboratorium sampel breksi vulkanik dan campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* terhadap baku mutu air limbah bagi kegiatan penambangan bijih emas atau tembaga berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan

Hidup Nomor 202 Tahun 2004. Dapat dilihat pada Tabel 4-6.

Tabel 6. Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Penambangan Bijih

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	*Hasil ke-2	**Hasil ke-2
pH		6-9	0.9	3.56
Tembaga (Cu)	mg/L	2	5.03	<0.006
Kadmium (Cd)	mg/L	0,1	0.0220	<0.002
Seng (Zn)	mg/L	5	2.78	<0.001
Timbal (Pb)	mg/L	1	0.482	<0.003
Arsenik (As)	mg/L	0,5	2.73	<0.0004
Nikel (Ni)	mg/L	0,5	3.08	<0.009
Khromium (Cr)	mg/L	1	0.356	<0.005
Air Raksa (Hg)	mg/L	0,005	<0.00005	<0.0004

(Sumber : KepMen LH Nomor 202 Tahun 2004)

Ket : * Hasil uji lab ke-2 breksi vulkanik

** Hasil uji lab ke-2 campuran breksi vulkanik dengan bottom ash

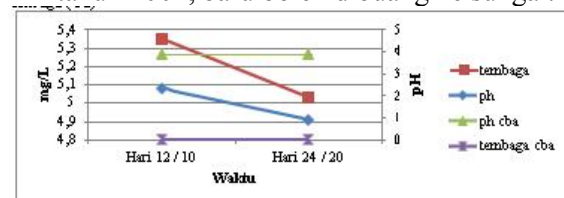
Setelah dilakukan perbandingan antara baku mutu air limbah dengan hasil uji laboratorium breksi vulkanik dan campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* dapat dilihat bahwa parameter yang telah diuji yang tidak memenuhi standard baku mutu adalah pH, Tembaga (Cu), Arsenik (As) dan Nikel (Ni) untuk breksi vulkanik kemudian hanya pH untuk campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash*. Kemudian dilakukan analisa pH terhadap logam terlarut breksi vulkanik sebelum dan sesudah pencampuran 30% *bottom ash* (BA).

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Tembaga (Cu)

melihat ion dan konsentrasi logam yang akan muncul akibat kegiatan pelindian air pada sampel yang telah dikelola dengan menambahkan abu batubara (tabel 4.6). Hasil uji lab menunjukkan air lindian mengandung ion logam tembaga, arsenik dan nikel diatas baku mutu pada batuan breksi vulkanik. Karenanya dilapangan jika hal ini teradimaka air lindian tidak boleh langsung

dibuang ke sungai, tetapi harus dikelola terlebih dahulu agar logam diatas memenuhi baku mutu sesuai kepmen lh nomor 202 tahun 2004, baru boleh dibuang ke sungai.

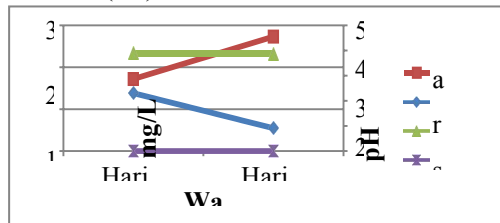


Gambar 3. Grafik Tembaga (Cu) Terhadap pH.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa air lindian dari sampel breksi vulkanik menunjukkan logam terlarut tembaga (Cu) terhadap pH mengalami fluktuasi. Pada hari ke-12 menunjukkan nilai pH 2,3 dan pada hari ke-24 menunjukkan nilai pH 0,9 yang diikuti nilai konsentrasi logam terlarut 5,35 pada hari 12 dan 5,03 pada hari 24. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu perendaman breksi vulkanik maka nilai pH semakin tinggi dan untuk konsentrasi logam

terlarut tembaga terjadi penurunan. Sedangkan pada sampel campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* menunjukkan logam terlarut tembaga (Cu) terhadap pH tidak mengalami perubahan. Pada sampel breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki pH 3.87 – 3.86 dengan jumlah logam terlarut tembaga tetap yaitu <0,006 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20, hal ini menunjukkan bahwa penambahan 30% *bottom ash* dapat menurunkan nilai pH tetapi belum sampai standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih kemudian untuk logam terlarut tembaga juga mengalami penurunan dan mendapatkan nilai konsentrasi yang sangat rendah dan tertahan dengan nilai konsentrasi tersebut sehingga lolos standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih.

2. Arsenik (As)

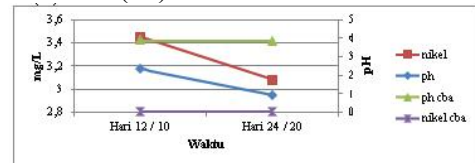


Gambar 4. Grafik Arsenik (As) Terhadap pH.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa air lindian dari sampel breksi vulkanik menunjukkan logam terlarut arsenik (As) terhadap pH mengalami fluktuasi. Pada hari ke-12 menunjukkan nilai pH 2,3 dan pada hari ke-24 menunjukkan nilai pH 0,9 yang diikuti nilai konsentrasi logam terlarut 1,72 pada hari 12 dan 2,73 pada hari 24. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu perendaman breksi vulkanik maka nilai pH dan logam terlarut arsenik semakin tinggi. Sedangkan pada sampel campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* menunjukkan logam terlarut arsenik (As) terhadap pH tidak mengalami perubahan. Pada sampel breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki pH 3.87 – 3.86 dengan jumlah logam terlarut arsenik tetap yaitu <0,004 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20, hal ini

menunjukkan bahwa penambahan 30% *bottom ash* dapat menurunkan nilai pH tetapi belum sampai standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih kemudian untuk logam terlarut arsenik juga mengalami penurunan dan mendapatkan nilai konsentrasi yang sangat rendah dan tertahan dengan nilai konsentrasi tersebut sehingga lolos standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih.

3. Nikel (Ni)



Gambar 5. Grafik Nikel (Ni) Terhadap pH

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa air lindian dari sampel breksi vulkanik menunjukkan logam terlarut nikel (Ni) terhadap pH mengalami fluktuasi. Pada hari ke-12 menunjukkan nilai pH 2,3 dan pada hari ke-24 menunjukkan nilai pH 0,9 yang diikuti nilai konsentrasi logam terlarut 3,87 pada hari 12 dan 3,08 pada hari 24. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu perendaman breksi vulkanik maka nilai pH semakin tinggi dan untuk konsentrasi logam terlarut nikel terjadi penurunan. Sedangkan pada sampel campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* menunjukkan logam terlarut nikel (Ni) terhadap pH tidak mengalami perubahan. Pada sampel breksi vulkanik yang dicampur *bottom ash* memiliki pH 3.87 – 3.86 dengan jumlah logam terlarut nikel tetap yaitu <0,009 Mg/L pada hari ke-10 dan hari ke-20, hal ini menunjukkan bahwa penambahan 30% *bottom ash* dapat menurunkan nilai pH tetapi belum sampai standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih kemudian untuk logam terlarut nikel juga mengalami penurunan dan mendapatkan nilai konsentrasi yang sangat rendah dan tertahan dengan nilai konsentrasi tersebut sehingga lolos standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih.

Bottom ash atau abu dasar mempunyai sifat alkali yang diharapkan mampu menetralkan air asam tambang terbukti pada campuran breksi vulkanik pada *bottom ash* yang mendapatkan nilai pH yang naik dari 0,9 pada hari ke 24 menjadi 3,56 pada hari 20. *Bottom ash* dapat digunakan untuk tujuan pengapuran atau daya netralisasi karena mengandung kalsium oksida (CaO) dan magnesium oksida (MgO). Kemampuan pengapuran atau daya netralisasi *bottom ash* tidak terlalu baik. (Iin Lestari, dkk (2011)).

Sedangkan untuk logam terlarut pada breksi vulkanik mampu dihambat kelarutannya oleh material *bottom ash*, karena *bottom ash* mengandung oksida oksida logam termasuk logam-logam berat dalam jumlah kecil. Oksida utama dari *bottom ash* batubara adalah Silika (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), dan Besi (Fe₂O₃). Keberadaan komponen silika dan alumina memungkinkan *bottom ash* untuk dapat disintesis menjadi material yang strukturnya mirip dengan Zeolit atau dikenal dengan Zeolite Like Material (ZLM). Struktur zeolite yang berpori merupakan sifat yang dapat dimanfaatkan sebagai material adsorben (penjerap) suatu bahan pencemar yang dikeluarkan dari suatu industri. (Afrianita, R dkk (2012)).

Hasil uji coba *bottom ash* untuk pencegahan air asam tidak berhasil dengan penambahan 30 % *bottom ash* tetapi dapat menurunkan konsentrasi logam terlarut dan menaikkan pH. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pencampuran material *bottom ash* dengan batuan breksi vulkanik tidak dapat mencegah keterbentukan air asam tambang pada batuan breksi vulkanik karena belum mencapai standart baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih dengan pH 6-9.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada Bab sebelumnya, maka dapat di tarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perbandingan nilai pH antara breksi vulkanik dengan breksi vulkanik yang dicampur material *bottom ash* dari hasil pengujian *LCT* yaitu :
 - Setelah dilakukan penelitian, breksi vulkanik memiliki nilai pH sebesar 2,3 pada hari ke-12, 0,9 pada hari ke-24, 0,8 pada hari ke-36, 1,8 pada hari ke- 48 dan 0,8 pada hari ke-60. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu perendaman maka semakin tinggi nilai pH yang dihasilkan breksi vulkanik, Sehingga breksi vulkanik termasuk golongan batuan PAF.
 - Setelah dilakukan penelitian, campuran breksi vulkanik dengan *bottom ash* memiliki nilai pH sebesar 3,57 pada hari ke-10 dan 3,56 pada hari ke-20. Hal ini menunjukkan nilai pH breksi vulkanik mampu dinaikkan oleh campuran *bottom ash*, karena *bottom ash* mempunyai sifat alkali dan mengandung kalsium oksida (CaO) dan magnesium oksida (MgO)
2. Setelah dilakukan penambahan 30% abu dasar batubara pada batuan breksi vulkanik, logam terlarut yang dihasilkan batuan breksi vulkanik mengalami penurunan dan lolos standart baku mutu dengan nilai yang sangat rendah, hasil uji laboratorium setelah penambahan 30% *bottom ash* pada pengujian pertama hari ke-10 mengalami penurunan dan tetap pada hari ke-20 dengan hasil nilai yang didapatkan sebelumnya yang artinya logam terlarut yang terkandung didalam batuan breksi vulkanik dapat dihambat kelarutannya oleh material *bottom ash* karena struktur *bottom ash* mirip dengan zeolite yang strukturnya berpori yang dapat dimanfaatkan sebagai material adsorben (penjerap)
3. Secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan 30% *bottom ash* tidak dapat menetralkan air asam pada breksi vulkanik tetapi dapat menurunkan konsentrasi logam terlarut yang terkandung pada batuan breksi vulkanik.

Saran

Adapun saran yang ingin diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Bottom ash* dapat menurunkan konsentrasi logam terlarut pada batuan breksi vulkanik atau *tailing* tetapi untuk penetralan air asam pada batuan breksi vulkanik agar mencapai baku mutu air limbah perlu menggunakan material lain untuk menetralkannya.
2. Air lindian yang masih mengandung logam tinggi harus dikelola terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu, dan selanjutnya boleh dibuang kesungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Conference Paper. October 2011, Studi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash dalam Pengelolaan Batuan Penutup untuk pencegahan Air Asam Tambang.
- Davis,G.B.,Ritchie,A.I.M.1987.A model of oxidation in pyrite mine waste: part 3: import of particle size distribution, *Appl Math Model*.11,pp.417-422.
- Kepmen LH No 202/2004, Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Penambangan Bijih Emas atau Tembaga.
- Kusuma G.J, Gautama R.S., Anggana R.P., 2009, Kajian Perilaku Peluruhan Batuan Dengan Uji Kinetik untuk Air Asam Tambang, *Proceedings XVIII Annual Meeting & VII Congress of PERHAPI*, October 2009, Jakarta (in Bahasa Indonesia)
- Pabwi S, 2014. Analisa karakter dan uji kolom pelindian pada batuan breksi vulkanik dan breksi vulkanik yang dilapisi andesit kuarsa horblende, Institut Teknologi Medan.
- Perez-Lopez Rafael et al.2003. The Use of Alkaline Residues for The Inhibition of Acid Mine Drainage

Processes insilphide-rich mining waste. Department of Geology, University of Huelva. 1994, Acid Mine Drainage Prediction, U.S. Environmental Protection Agency, Dec.1994. 2004, Free Draining Leach Column Test Procedures,Environmental Geochemistry international, Jun. 2004.

Said Nusa Idaman, 2014. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara.

Said Mohammad Salman, dkk Desember 2019, Analisis Kandungan Fly Ash Sebagai Alternatif Bahan Penetral Dalam Penanggulangan Air Asam Tambang.

Tuheteru Edy Jamal, dkk, 2021, Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Karbon AktifnBatubara Dengan Variasi Berat Skala Laboratorium.