

# PEMANFAATAN FLY ASH DALAM PENCEGAHAN AIR ASAM TAMBANG DAN UJI KELARUTAN LOGAM DENGAN SKALA LABORATORIUM

Oleh:

Sumihar Simangunsong<sup>1)</sup>

Reynaldo Manalu<sup>2)</sup>

Institut Sains Dan Teknologi TD Pardede, Medan<sup>1,2)</sup>

E-mail:

[Sumiharbww79@yahoo.co.id](mailto:Sumiharbww79@yahoo.co.id)<sup>1)</sup>

[reymanalu95@gmail.com](mailto:reymanalu95@gmail.com)<sup>2)</sup>

## ABSTARCT

*This research was conducted on the topic of the study of the use of fly ash in the prevention of acid mine drainage and metal solubility tests on a laboratory scale. In this study, the pH value and metal content in the leachate water sample will be known by carrying out the Leach Column Test (LCT) for 20 days. The results obtained are the pH value of a sample mixture of volcanic breccia rock with fly ash 5.21 on the 10th day and 5.43 on the 20th day. And this raises the pH value from 2.3 for unmixed volcanic breccia. The metal concentration of the mixed leachate volcanic breccia with fly ash ranges from (0.0004 to 0.009) mg / L and this reduces the metal concentration in unmixed volcanic breccia rock (0.000015 to 3460) mg / L based on the parameters tested, namely Cu (0.006 mg / L), Cd (0.002 mg / L), Zn (0.001 mg / L), Pb (0.003 mg / L), As (0.0004 mg / L), Ni (0.009 mg / L), Cr ( 0.005 mg / L), Hg (0.0004 mg / L).*

**Keywords:** *Acid Mine Water, Fly Ash, Volcanic Breccias, Dissolved Metal Content, Leach Column Test.*

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi Pemanfaatan Fly Ash Dalam Pencegahan Air Asam Tambang Dan Uji Kelarutan Logam Dengan Skala Laboratorium. Dalam penelitian ini, akan diketahui nilai pH dan kandungan kadar logam yang terdapat pada sampel air lindian dengan melukan uji Leach Column Test (LCT) selama 20 hari. Hasil penelitian yang didapatkan adalah nilai pH dari sampel campuran Batuan Breksi Vulkanik dengan Fly Ash 5,21 di hari ke-10 dan 5,43 di hari ke-20. Dan ini menaikkan nilai pH dari 2,3 untuk batuan breksi vulkanik tanpa campuran. Konsentrasi logam dari air lindian campuran breksi vulkanik dengan *fly ash* berkisar (0,0004 sampai 0,009) mg/L dan hal tersebut menurunkan konsentrasi logam pada batuan breksi vulkanik tanpa campuran (0,000015 sampai 3460) mg/L berdasarkan parameter yang di uji yaitu Cu(0.006 mg/L), Cd(0.002 mg/L), Zn(0.001 mg/L), Pb(0.003 mg/L), As(0.0004 mg/L), Ni(0.009 mg/L), Cr(0.005 mg/L), Hg(0.0004 mg/L).

**Kata kunci :** *Air Asam Tambang, Fly Ash, Breksi Vulkanik, Kadar Logam Terlarut , Leach Column Test.*

## 1. PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batubara dapat menimbulkan air asam tambang (*Acid Mine Drainage*) baik tambang terbuka maupun tambang dalam, unit pengolahan batubara

serta timbunan batuan buangan (*Over Burden*). Potensi air asam tambang harus diketahui agar langkah-langkah pencegahan dan pengendaliannya dapat

dilakukan sehingga timbulnya permasalahan terhadap lingkungan dapat diatasi serta tidak menjadi persoalan di kemudian hari, baik tambang tersebut masih aktif ataupun setelah tambang tersebut tidak beroperasi lagi . secara umum penanganan air asam tambang ada dua cara yaitu secara aktif dan pasif .

Adapun maksud dari penelitian ini adalah melakukan pengujian *fly ash* dalam pencegahan air asam tambang dan efektifitas penggunaan *fly ash* untuk menurunkan konsentrasi logam dengan perbandingan waktu penampungan air lindi dari *bucher funnel*.

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana proses pengujian dan pemanfaatan *fly ash* terhadap air asam tambang dan perbandingan hasil nilai Ph juga uji kandungan logam terlarut yang terdapat pada sampel air asam yang di lindi selama pengujian berdasarkan parameter yang ditentukan dan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana

Adapun yang menjadi rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana proses pengujian dan pemanfaatan *fly ash* terhadap air asam tambang ?
2. Apa saja unsur logam terlarut pada pengujian *fly ash* tersebut ?
3. Pada pengujian yang dilakukan peraturan apa saja yang menjadi parameter yang diuji ?
4. Bagaimana reaksi *fly ash* terhadap air asam tambang?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Studi pemanfaatan *fly ash* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. (Lestari, dkk 2011) melakukan penelitian terhadap *fly ash* dan *bottom ash* dalam pengelolaan batuan penutup pada air asam tambang. Menurut beliau, percobaan dalam skala laboratorium dapat meningkatkan nilai pH air asam menuju netral namun tidak dapat

menurunkan kadar logam secara signifikan.

Herlina, dkk (2012) melakukan penelitian terhadap *fly ash* dan kapur tohor untuk menetralsasi air asam tambang dan menyimpulkan, bahwa *fly ash* dapat meningkatkan nilai pH dari 4,25 menjadi 7 dan dapat menurunkan kadar Fe dan Mn secara signifikan. Selanjutnya, penulis ingin meneliti pemanfaatan *fly ash* dalam pengelolaan tailing tambang emas untuk mencegah keterbentukan air asam tambang dan meneliti kemampuan *fly ash* menurunkan konsentrasi logam pada air asam. *Fly ash* terdiri dari senyawa *silicate glass* yang mengandung silika (Si), Alumina (Al), ferrum (Fe), Kalsium (Ca) dimana kandungan silika bersifat alkalinitas yang dapat menetralkan proses pengasaman, meskipun kecepatan reaksinya jauh lebih lambat dibandingkan mineral lainnya.

Pada aktivitas penambangan yang dilakukan di daerah batang toru desa dolok godang kecamatan angkola selatan kabupaten tapanuli selatan meliputi penambangan bijih emas yang sudah menjadi pekerjaan utama masyarakat di sekitar wilayah tersebut.

Berdasarkan pengolahan mineral pembawa emas yang mereka lakukan masih menggunakan metode yang sederhana seperti memisahkan bijih emas dengan pengotornya menggunakan sianida ataupun HCl, dimana sistem penambangan mereka juga belum mengikuti SOP (Standar Operasional Prosedur) yang benar sehingga masih sering terjadi tingkat kecelakaan yang tinggi seperti adanya longoran yang menimbun penambang ketika melakukan pembongkaran lapisan batuan yang berada di dalam terowongan. Oleh karena itu, sangat lah penting meningkatkan keselamatan kerja bagi para penambang rakyat agar meminimalisir tingkat kecelakaan yang terjadi.

## 3. METODE PELAKSANAAN Lokasi Kesampaian Daerah

Wilayah penambangan rakyat desa Dolok Godang, Kecamatan Angkola Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan Provinsi Sumatera Utara dapat diamati dari gambar kesampaian daerah di bawah. Dimana jarak tempuh dari kota Padang sidempuan menuju lokasi desa Dolok Godang tambang rakyat berkisar + 65 km.



Gambar 1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

### Keadaan Topografi

Berdasarkan keadaan topografi dari lokasi Desa Dolok Godang, Kecamatan Angkola Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara dapat diamati dari peta topografi. Dimana jarak antar kontur yang tidak rapat dan kondisi topografi yang terdapat di daerah tersebut menggambarkan bahwa kondisi daerahnya curam, dapat dilihat pada Gambar 2.

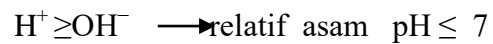


Gambar.2 Keadaan Topografi Desa Dolok Godang Kabupaten Tapanuli Selatan

### Air Asam Tambang

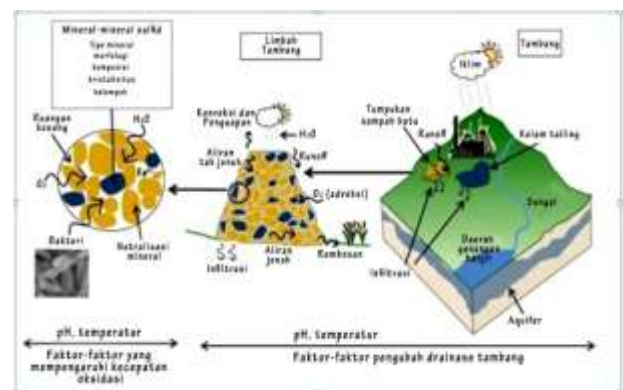
Air asam tambang (AAT) atau dalam bahasa asingnya *Acid Mine Drainage* (AMD) adalah air yang terbentuk di lokasi penambangan yang teroksidasi oleh adanya udara dan mengandung mineral

sulfida (pirit, kalkopirit, markasit, dan lain-lain) dengan pH rendah ( $pH \leq 7$ ) dimana pada dasarnya, sifat kimia dari air dapat dilihat sebagai berikut :



### Proses Keterbentukan Air Asam Tambang

Pada dasarnya reaksi yang ditimbulkan oleh oksidasi dapat membentuk air asam tambang yang berpengaruh terhadap kerusakan lingkungan masyarakat sekitar area tambang. Pada gambar 3 merupakan gambar yang menjelaskan keterbentukan air asam tambang yang di akibatkan proses oksidasi.



Gambar 3 Proses Keterbentukan Air Asam Tambang

### Biota Perairan

Dampak negatif untuk biota perairan adalah terjadinya perubahankeanekaragaman biota perairan seperti plankton dan benthos. Kehadiran benthos dalam suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator kualitas pada perairan. Pada perairan yang baik dan subur benthos akan mengalami kelimpahan, sebaliknya pada perairan yang kurang subur benthos tidak akan mampu bertahan hidup.

## Metode Pengujian Kinetik

Selanjutnya, untuk mengetahui lebih detail kemungkinan pembentukan AAT, dilakukan *kinetic test* yang umum dilakukan dengan menggunakan kolom. Kondisi basah dan kering diterapkan terhadap batuan pada kolom, dan perubahan nilai parameter pH, Ec, TDS dan jenis logam terlarut pada kualitas air yang keluar dari kolom tersebut dianalisa untuk mengetahui perilaku atau trend pembentukan AAT-nya (Pangestu, 2013).

Design kolom dan ukuran batuan dalam pengujian ini sangat penting untuk diperhatikan. Tes Kinetik berbeda dengan tes statis, dalam hal ini tes kinetik dilakukan untuk meniru reaksi oksidasi alami di lapangan. Tes biasanya menggunakan volume sampel yang lebih besar dan memerlukan waktu yang lebih panjang untuk penyelesaian daripada untuk tes statis. Tes ini memberikan informasi tentang laju oksidasi mineral sulfida dan produksi asam, serta indikasi kualitas air drainase. Preferensi untuk tes berubah dengan waktu berdasarkan pengalaman dan pemahaman yang semakin meningkat.

### *Humidity Cell Test*

*Humidity Cell Test* yang digunakan untuk menentukan tingkat pembentukan asam. Pengujian dilakukan dalam ruang yang menyerupai kotak dengan port untuk input dan output udara. *Humidity Cell Test* dilakukan menggunakan sampel yang telah dihancurkan dan dimasukkan kedalam kolom. pada standar baik untuk pengujian, sebagaimana yang dilakukan oleh (Sobek 1978), Melarutkan sampel 200 gr dihancurkan menjadi minus 2.38 mm dalam wadah plastik tertutup. Tes ini biasanya berlangsung selama sepuluh minggu dan mengikuti siklus tujuh hari. Sampel dapat di inokulasi dengan bakteri. Selama siklus tujuh hari, udara kering dilewatkan melalui sampel wadah untuk tiga hari pertama dan dilembabkan udara selama tiga hari ke depan. Pada hari ketujuh sampel dibilas dengan 200 ml air

suling. Solusinya dapat dianalisis untuk pH, keasaman, alkalinitas, dan konduktansi spesifik; potensial redoks (potensial oksidasi-reduksi dari lingkungan), sulfat, dan logam terlarut juga dapat diuji. *Humidity Cell Test* sangat mirip dengan tes kolom.

### *Leach Column Test*

*Leach column test* merupakan salah satu metode uji kinetik yang bertujuan untuk menentukan laju relatif pelapukan mineral sulfida dari reaksi oksidasi dan sekaligus analisa penetralan oleh mineral alkali yang ada dalam batuan serta uji keterlarutan logam yang bermanfaat untuk menguji teknik pengontrolan dan penanganan yang diakibatkan air asam tambang.

Dalam uji kinetik, simulasi pelindian dan pelapukan diusahakan agar sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan. Skala laboratorium digunakan untuk mempelajari reaksi yang terjadi secara lebih spesifik. Hasil pengujian kinetik memberikan informasi laju reaksi terhadap waktu, periode waktu untuk reaksi, dan diharapkan dapat menjadi rujukan untuk teknik kontrol yang dapat membantu penanganan Air Asam Tambang di lapangan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Sampel batuan yang diuji adalah batuan yang berpotensi menghasilkan air asam yaitu batuan breksi vulkanik, menurut (Pabwi, 2014) dari beberapa batuan yang diteliti terhadap keterbentukan air asam maka batuan breksi vulkanik yang paling intensif membentuk air asam. Sampel lain yang digunakan pada penetralan air asam yaitu *fly Ash*, dimana *fly ash* tersebut merupakan sisa dari hasil pembakaran batubara yang diambil dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) pangkalan Susu, Kabupaten Langkat.

Untuk mengetahui laju keterbentukan asam pada batuan tersebut dilakukanlah uji

*Leach Column Test*, (LCT), mengacu kepada (EGi 2004) yang di lakukan selama 20 hari dan selanjutnya akan dilakukan uji kelarutan logam di laboratorium Balai Riset Standarisasi Industri Medan melalui sampel air lindihan yang diambil.

Untuk uji LCT maka di perlukan preparasi sampel batuan dengan tahapan kegiatan sebagai berikut :

1) Pereduksian sampel

Pereduksian sampel dilakukan bertujuan untuk mendapatkan ukuran sampel yang di inginkan, sampel dengan ukuran bongkah direduksi menggunakan hammer mill selama 10 menit hingga didapat ukuran butir ukuran  $\leq 4,75$  mm (mesh 4) sebanyak  $\pm 1$ kg.

2) Mengayak sampel

Sampel kemudian diayak selama beberapa menit untuk mendapatkan volume dengan ukuran yang ditentukan digunakan ayakan + 4#, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pengayakan Breksi Vulkanik Dengan Ayakan Mesh 4.

3) Menimbang sampel

Menimbang sampel breksi vulkanik dengan ukuran  $\leq 4,75$  mm sebanyak 600gr dan 400gr *fly ash* dengan berat total 1000gr.

Setelah sampel selesai ditimbang dengan berat yang di inginkan maka sampel akan dimasukkan ke dalam wadah berupa Buchner Funnel yang telah diletakkan kertas saring didasar tabung Buchner funnel. Kedua sampel tersebut terlebih dahulu dicampur, yaitu batuan

breksi vulkanik dan *fly ash* dengan berat total 1000 gram kemudian dituangkan kedalam Buchner funnel secara perlahan agar menghindarkan masuknya butir-butir sampel kebawah kertas saring tersebut. Sampel yang akan dilakukan uji LCT adalah satu sampel dengan waktu sampling air lindihan yang berbeda. Material contoh yang di campuri *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 5.

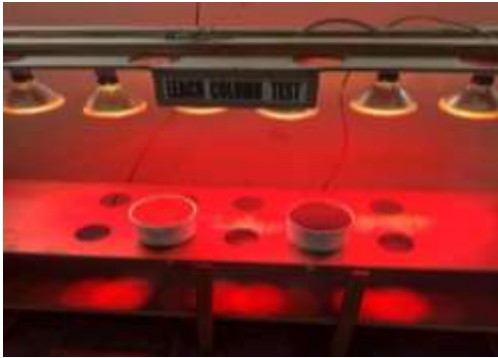


Gambar 5. Menimbang Campuran Sampel Breksi Vulkanik Dengan *Fly Ash*.

Selanjutnya dilakukan uji kinetik LCT (*Leach Column Test*) mengikuti prosedur Egi (2004) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) 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 6. 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 terlindi air hujan. Penggunaan air aquades untuk menghindari kesalahan dalam mendapatkan data pH dan logam terlarut, dikarenakan aquades memiliki pH normal dan

kandungan logam terlarut sangat rendah atau nol.



**Gambar 6.** Pemanasan sampel dengan menggunakan lampu pada ui LCT.

- 2) Penyiraman dilakukan sebanyak 3 kali untuk selang 3 hari sekali.
- 3) Pada hari ke-10 sampel dibilas dengan air aquades sebanyak 700 ml, air lindian akan turun ke bawah dan ditampung dengan gelas ukur sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** 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 perubahan nilai pH.

Dari pengujian LCT di dapat hasil pengujian laboratorium sebagai berikut, lihat Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.**  
**Data Hasil Uji Laboratorium**

Material	pH	
	Hari 10	Hari 20
Campuran Breksi Vulkanik Dengan <i>Fly Ash</i> .	5.21	5.43

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 *fly ash* memiliki

pH yaitu pH (5.21) pada hari ke-10, dan pH (5.43) pada hari ke-20, berarti dapat digolongkan bahwa hasil pH menunjukkan air lindian masih tergolong asam dengan peningkatan yang kecil.

**Tabel 4.2.**  
**Data Jenis Logam Terlarut Hasil Uji Laboratorium**

No	Material	Parameter (mg/L)	Hasil H-10	Hasil H-20
1	Campuran Breksi Vulkanik Dengan <i>Fly Ash</i>	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	<0.05
8		Raksa (Hg)	<0.0004	<0.0004

#### 4.2.2 Breksi Vulkanik

Dari Tabel 2 merupakan hasil uji logam yang dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan. Hasil dari parameter yang di uji di hari 10 dan hari ke 20 kandungan logamnya terlihat rendah dan rata-rata tidak mengalami perubahan kecuali pada kandungan logam khromium (Cr) di hari ke -10 terukur <0.005 mg/L dan di hari ke-20 terukur <0.05 mg/L. Tanda negatif menunjukkan batas maksimum kemampuan alat mendeteksi.

Data ini diambil dari hasil laporan penelitian terdahulu Syardilla Pabwi (2014) berjudul Uji LCT Pada Batuan Breksi Vulkanik, dimana batuan breksi vulkanik yang digunakan adalah sama dengan yang digunakan peneliti.

Data hasil menurut penelitian Pabwi (2014) batuan breksi vulkanik tersebut masuk dalam kategori batuan *Potentialy Acid Forming* (PAF). Pengujian *Leach Colomn Test* breksi vulkanik tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3.  
Data pH Batuan Breksi Vulkanik

NO	Material	pH				
		Hari 12	Hari 24	Hari 36	Hari 48	Hari 60
1	Breksi Vulkanik	2.3	0.9	0.8	1.8	0.8

Dari Tabel 4.3 di atas diketahui bahwa batuan Breksi Vulkanik dengan hasil pengukuran pH dari hari ke-12 sampai hari ke-60 memiliki tingkat pH yang berbeda-

beda. Nilai pH hari ke-24 hingga hari ke-60 memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi dari hari ke-12 pada batuan Breksi Vulkanik.

Tabel 4.  
Data Jenis Logam Terlarut Uji LCT.

NO	KONSENTRASI LOGAM	Sulphate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Hasil Uji breksi vulkanik / Tanggal				
			16/06/2014	30/06/2014	10/07/2014	22/07/2014	4/8/2014
1	Arsenic(As)	Mg/L	1610	2040	3460	1570	3010
2	Cadmium(Ca)	Mg/L	1.72	2.73	6.11	2.44	7.11
3	Chromium(Cr)	Mg/L	0.0307	0.0220	0.0449	0.0049	0.0195

4	Tembaga(Cu)	Mg/L	0.436	0.356	0.28	0.364	0.842
5	Besi(Fe)	Mg/L	5.35	5.03	16	2.7	9.6
6	Timbal(Pb)	Mg/L	457	445	1220	192	857
7	Mangan(Mn)	Mg/L	0.822	0.482	0.88	0.88	0.69
8	Air Raksa(Hg)	Mg/L	2.88	1.75	4.2	0.466	2.03
9	Nikel(Ni)	Mg/L	<0.00005	<0.00005	0.000051	0.00007	0.000015
10	Seng(Zn)	Mg/L	3.45	3.08	8.76	1.77	4.9

Sumber : Syardila Pabwi,2014

Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa hasil pengujian logam terlarut Uji LCT, pada

Pada pengujian yang dilakukan di laboratorium Hidrogeologi Institut Teknologi Medan (ITM) , Si peneliti menggunakan alat pengukur nilai pH meter dengan jangka waktu 10 hari pengujian dan 20 hari pengujian. Pengukuran tersebut dilakukan untuk dapat mengetahui bagaimana sifat keasaman sampel air asam ketika dicampurkan material fly ash pada pengujian tersebut, sehingga didapatkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa sampel yang di uji mengalami kenaikan nilai pH menjadi 5,21 di hari ke-10 dan 5,43 dihari ke-20.

#### 4.2.2.2 Analisa uji Logam Terlarut Terhadap Keterbentukan Air Asam Pada Sampel

Pada metode uji Leach Coloumn Test potensi terbentuknya air asam pada sampel campuran breksi vulkanik 600 gram dengan *fly ash* 400 gram nilai pH yang didapat pada hari ke-10 yaitu 5,21. Kemudian nilai pH yang didapat pada hari ke-20 dengan sampel yang sama yaitu campuran breksi vulkanik 600 gram dan bottom ash 400 gram adalah 5,43. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa *fly ash* ( abu terbang ) dapat menetralkan air asam tambang dan membantu meningkatkan

batuan breksi vulkanik menunjukkan konsentrasi yang bervariasi.

#### 4.2.2.1. Analisa uji pH pada sampel air asam tambang

nilai pH dan dapat mencegah terbentuknya air asam tambang dengan perbandingan yang lebih besar menggunakan fly ash ( abu terbang ). Karena nilai pH breksi vulkanik setelah diteliti memiliki nilai pH 2,3 pada hari ke-12 dan 0,9 pada hari ke-24 yang berarti bahwa breksi vulkanik merupakan batuan pembentuk air asam tambang.

Kesimpulan bahwa logam terlarut yang didapat dari hasil penelitian tidak mengalami perubahan apapun terhadap waktu. Karena sifat alkali *fly ash* dapat menghambat kelarutan mineral yang terdapat pada betuan breksi vulkanik. Yang berarti material fly ash dapat mengikat mineral logam yang terdapat pada batuan breksi vulkanik.

#### 4.2.2.3 Analisa perbandingan hasil uji logam hari Ke-10 dan hari Ke-20

Dari hasil uji kelarutan logam yang dilakukan di Laboratorium Balai Standarisasi Industri Medan dapat dibandingkan bahwa pengujian kadar logam di hari ke-10 dan hari ke-20 dominan memiliki nilai kadar logam yang sama, kecuali pada logam khromium (Cr)

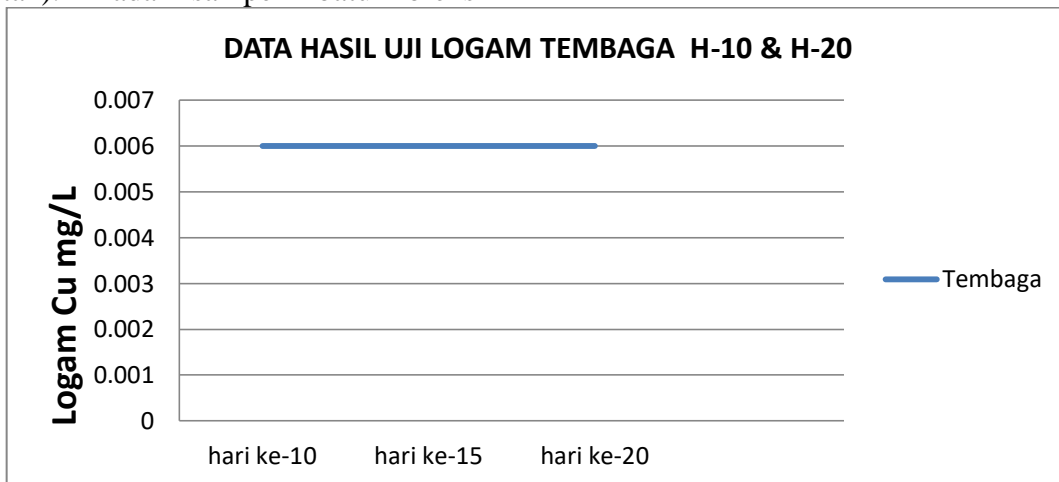


yang memiliki kadar logam <0,005 mg/L di hari ke-10 sedangkan di hari ke-20 kadar logam <0,05 .

vulkanik memiliki tembaga pada hari 10 (0,006 mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,006 mg/L).

### 1. Tembaga (Cu)

Dari Grafik 4.1 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan tembaga tidak mengalami perubahan (konstan). Pada sampel batu breksi

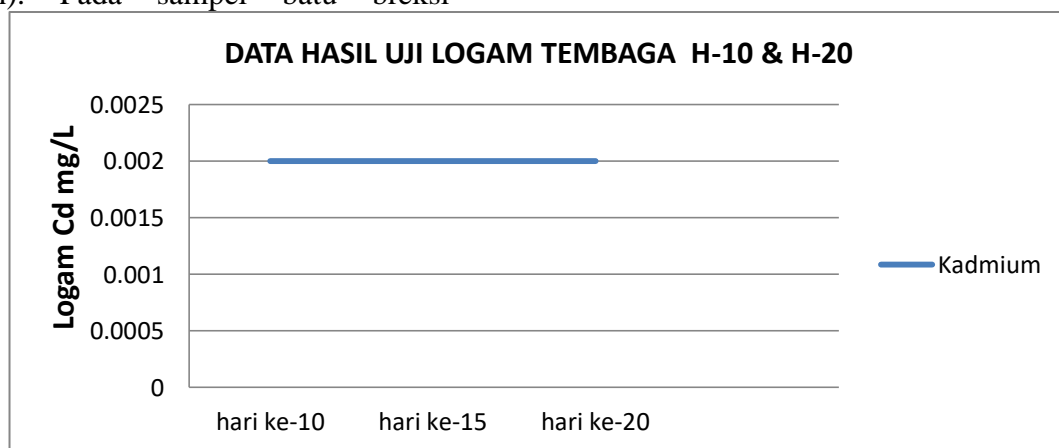


Grafik 4.1 Hasil uji Logam Cu (Balai Standarisasi Industri Medan)

### 2. Cadmium (Cd)

Dari Grafik 4.2 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan Kadmium tidak mengalami perubahan (konstan). Pada sampel batu breksi

vulkanik memiliki Kadmium pada hari 10 (0,002 mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,002 mg/L).

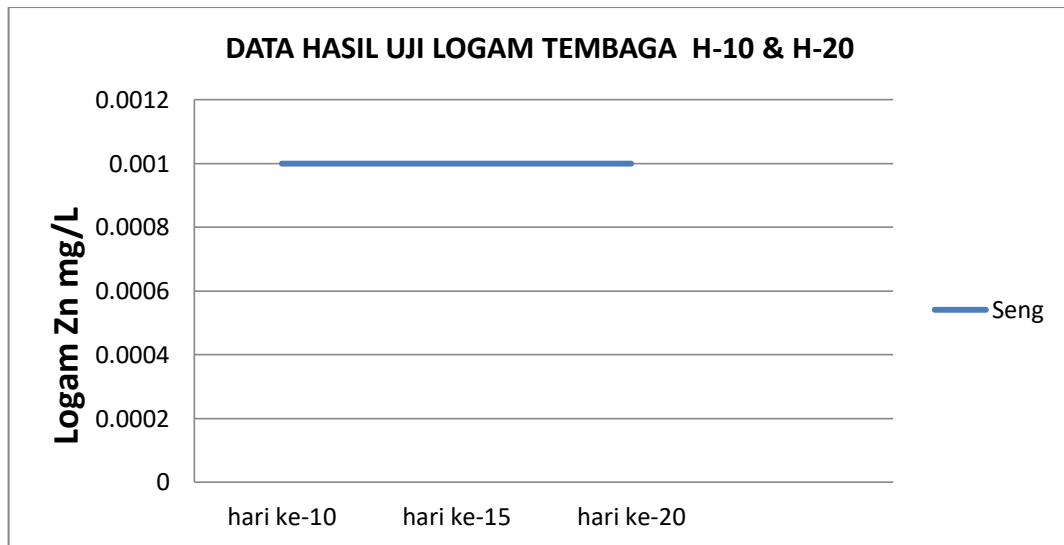


Grafik 4.2 Hasil uji Logam Cd (Balai Standarisasi Industri Medan)

### 3. Seng (Zn)

Dari Grafik 4.3 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan Zink tidak mengalami perubahan (konstan). Pada sampel batu breksi vulkanik

memiliki arsen pada hari 10 (0,001 Mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,001 Mg/L).

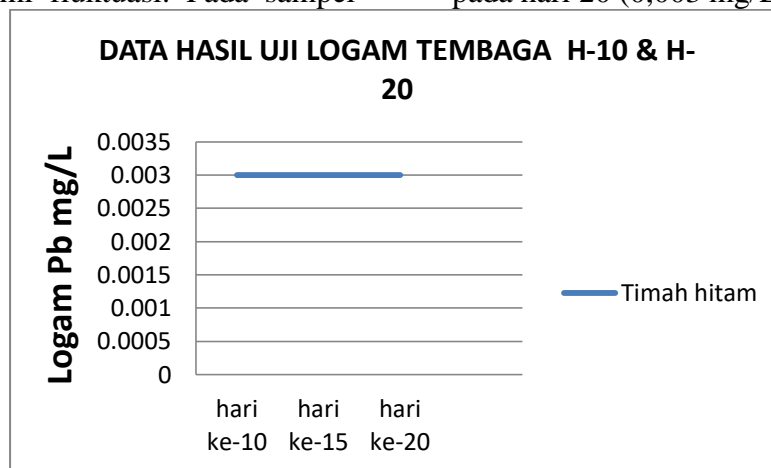


Grafik 4.4 Hasil uji Logam Zn (Balai Standarisasi Industri Medan)

#### 4. Timah Hitam (Pb)

Dari Grafik 4.4 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan timah hitam mengalami fluktuasi. Pada sampel

batu breksi vulkanik memiliki timah hitam pada hari 10 (0,003 mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,003 mg/L).



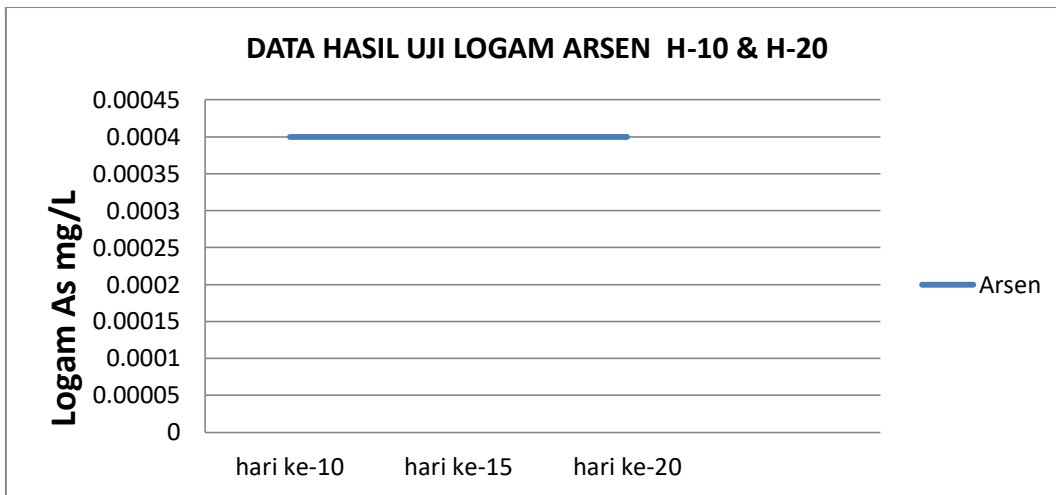
Grafik 4.4 Hasil uji Logam Pb (Balai Standarisasi Industri Medan)

#### 5. Arsen (As)

Dari Grafik 4.5 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan arsen

memiliki arsen pada hari 10 (0,0004 Mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,0004 Mg/L).

tidak mengalami perubahan (konstan). Pada sampel batu breksi vulkanik

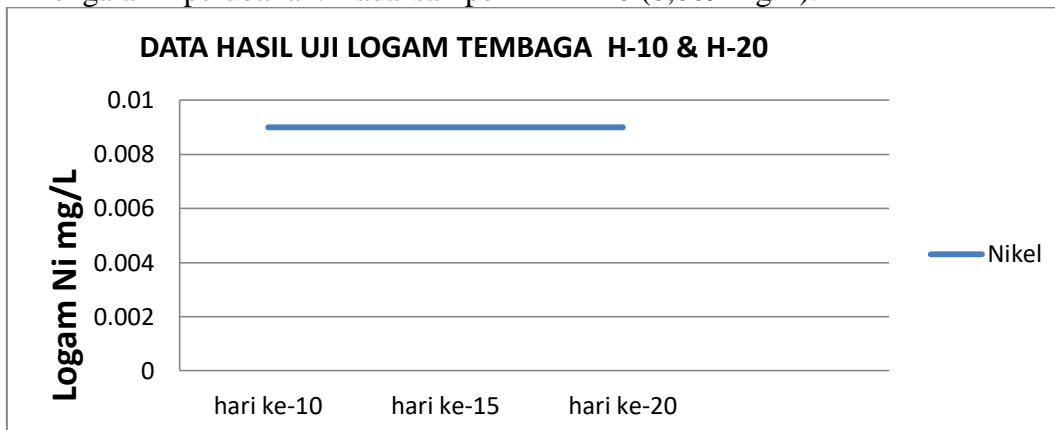


Grafik 4.5 Hasil uji Logam As (Balai Standarisasi Industri Medan)

#### 6. Nikel (Ni)

Dari Grafik 4.6 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan nikel tidak mengalami perubahan. Pada sampel

batu breksi vulkanik memiliki nikel pada hari 10 (0,009 mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,009 mg/L).

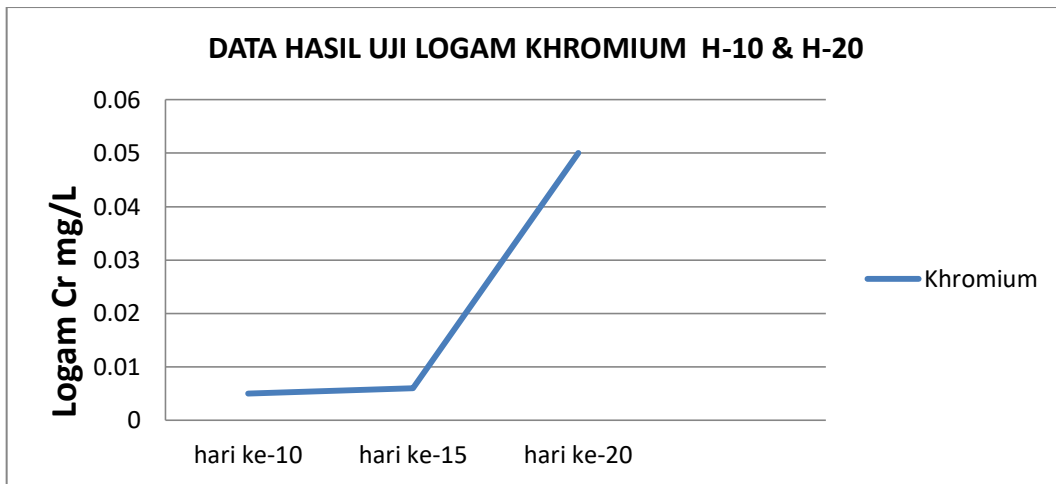


Grafik 4.6 Hasil uji Logam Ni (Balai Standarisasi Industri Medan)

#### 7. Khromium (Cr)

Dari Grafik 4.7 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan Khromium mengalami perubahan

(fluktuasi). Pada sampel batu breksi vulkanik memiliki nikel pada hari 10 (0,05 mg/L), hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,005 mg/L).

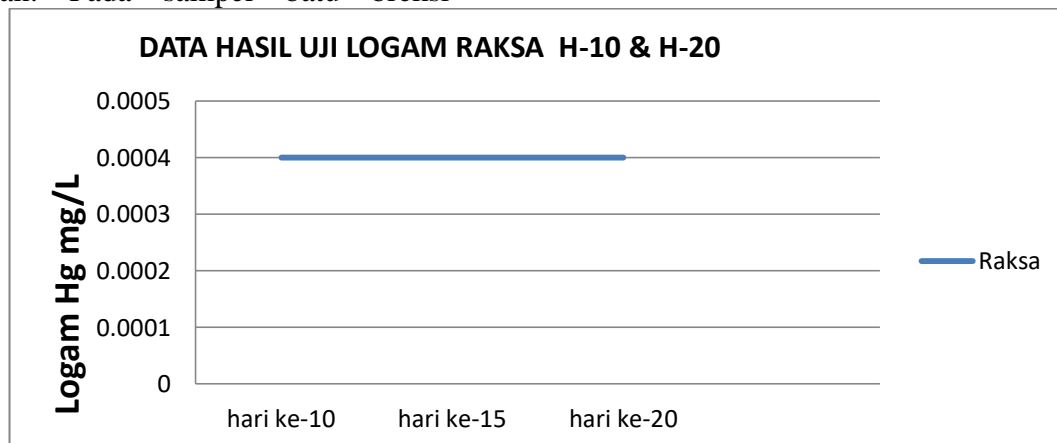


Grafik 4.7 Hasil uji Logam Cr (Balai Standarisasi Industri Medan)

### 8. Raksa (Hg)

Dari Grafik 4.8 dapat diketahui bahwa air lindian dari sampel menunjukkan Raksa tidak mengalami perubahan. Pada sampel batu breksi

vulkanik memiliki nikel pada hari 10 (0,05 mg/L), demikian seterusnya hingga pada akhir pengamatan pada hari 20 (0,005 mg/L).



Grafik 4.8 Hasil uji Logam Hg (Balai Standarisasi Industri Medan)

### 5. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan dari bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH yang dilakukan di laboratorium, batuan Breksi Vulkanik memiliki nilai pH rendah 2.3 – 0,8 tergolong bersifat asam. Campuran batuan Breksi Vulkanik dengan *Fly Ash* mampu meningkatkan pH air dengan nilai 5,21 – 5,43.
2. Studi pemanfaatan *Fly Ash* pada penelitian ini mendapatkan hasil

bahwa sampel dari batuan Breksi Vulkanik yang di campur dengan material *Fly Ash* mengalami peningkatan nilai pH, dikarenakan adanya unsur alkalinitas dari *Fly Ash* yang dapat menaikkan nilai pH.

3. Kadar logam yang diuji di laboratorium menunjukkan bahwa sampling dari batuan breksi vulkanik memiliki kandungan logam yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampling campuran batuan Breksi dan *Fly*

Ash. Kadar logam tembaga dari sampel batuan Breksi Vulkanik (0,436 – 0,842 mg/L) setelah dicampurkan dengan *Fly Ash* kandungan logam tembaga menurun menjadi (0,006 mg/L)

4. Penurunan kadar logam yang terjadi dipengaruhi oleh persentase adsorben (*Fly Ash*) yang dapat mempengaruhi penyerapan logam. Semakin banyak adsorben (*Fly Ash*) yang digunakan maka semakin tinggi daya serap logam.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anshariah, A. (2015). Studi Pengelolaan Air Asam Tambang pada PT. Rimau Energy Mining Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 1(1).
- Dungca, J. R., & Jao, J. A. L. (2017). Strength and permeability characteristics of road base materials blended with fly ash and bottom ash. *GEOMATE Journal*, 12(31): 9-15.
- Faisal, A., & Syarifudin, A. (2014). Dosis Optimum Larutan Kapur untuk Netralisasi pH Air Limbah Penambangan Batubara. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 11(1): 184-190.
- Gobel, A. P., Nursanto, E., & Ratminah, W. D. (2018). Efektifitas pemanfaatan fly ash batubara sebagai adsorben dalam menetralsir air asam tambang pada settling pond penambangan banko PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 2(1): 1-11.
- Herlina, A., Handayani, H. E., & Iskandar, H. (2014). Pengaruh Fly Ash dan Kapur Tohor pada Netralisasi Air Asam Tambang Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (Ph, Fe & Mn) di Iup Tambang Air Laya Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 2(2): 102629.
- Indriyati, T. S., Malik, A., & Alwinda, Y. (2019). Kajian pengaruh pemanfaatan limbah FABA (Fly Ash dan Bottom Ash) pada konstruksi lapisan base perkerasan jalan. *Jurnal Teknik*, 13(2): 112-119.
- Jannah, N. W., Triantoro, A., & Riswan, R. (2020). Analisis Pengaruh Fly Ash Dan Kapur Tohor Pada Netralisasi Air Skala Laboratorium Di PT Jorong Barutama Greston. *Jurnal Himasapta*, 5(1).
- Kinasti, Mekar. 2017. Pemanfaatan Limbah Pembakaran Batubara (Bottom Ash) Pada PLTU Suralaya Sebagai Media Tanam Dalam Upaya Mengurangi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal TTPLN Vol. 6. No. 02*.
- Lestari, I., Gautama, R. S., & Abfertiawan, M. S. (2011). Studi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash dalam Pengelolaan Batuan Penutup untuk Pencegahan Air Asam Tambang in PROSIDING TPT XX PERHAPI 2011.
- Nugraha, Wahyu Gilang dkk. 2016. Identifikasi Visual Batuan PAF dan NAF Studi Kasus di PT Arutmin Indonesia Asam-asam. *Jurnal Enviroscientiae Universitas Lambung Mangkurat*. Vol 12 No. 3.
- Oktafiansyah, Muh. 2020. Kajian Teknis dan Ekonomis Pengaruh Jenis Kapur dalam Upaya Pengelolaan Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik Kebumihan*, Vol 05. No 02.
- Said, N. I. (2018). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”. *Jurnal Air Indonesia*, 7(2).
- Wardani, S. P. R. (2008). Pemanfaatan limbah batubara (Fly Ash) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wahyudin, I., Widodo, S., & Nurwaskito, A. (2018). Analisis penanganan air asam tambang batubara. *Jurnal Geomine*, 6(2).
- Wijaya, A. R. E. (2010). Sistem Pengolahan Air Asam Tambang Pada Water Pond Dan Aplikasi Model Encapsulation In-pit Disposal Pada Waste Dump Tambang Batubara (Acid Mine Drainage Treatment System in Water Pond and Application of Encapsulation In-pit

Disposal Model in Waste Dump). Jurnal Manusia dan Lingkungan, 17(1): 1-10.

Widyaningsih, Triatmi. 2015. Pemanfaatan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) dan Tawas Sebagai Bahan Penjernih Air Sumur Gali. Jurnal Rekayasa Lingkungan Vol. 15. No 02.