

# PENGARUH PARAMETER KEMIRINGAN NAF TERHADAP PENANGANAN AIR ASAM TAMBANG PADA SKALA LABORATORIUM

Bantar Tyas Sukmawati Rukmana<sup>1</sup>, Aris Winarso<sup>2</sup>, Edy Nursanto<sup>3</sup>

Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta<sup>1,2</sup>,

Dosen Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta<sup>3</sup>,

*e-mail: bantartyas\_rukmana18@yahoo.com*

## ABSTRACT

*Acid water is the runoff from the mining area formed by the oxidation of sulphide minerals that produce sulfuric acid. The formation of acid mine water is a serious problem for companies with environmental insight. This is because the acid mine water is very influential on the environmental conditions that is the declining quality of surface water, groundwater, aquatic biota and the community. It is therefore necessary to handle acid mine drainage, one of which is a simulated experiment of mine acid water prevention on a laboratory scale to determine the effect of NAF slope on produced lindian water and effective lime dosage to neutralize acid mine water. This simulation uses different NAF slopes that are 15<sup>0</sup>, 20<sup>0</sup>, and 25<sup>0</sup>. The results of this simulation is the pH data of lindian water and lime dose of tohor which then will be analyzed by using statistical method. From these data it is found that using the slope of NAF 15<sup>0</sup> is more effective in inhibiting acid mine formation than any other NAF slopes.*

**Keyword:** *Acid mine drainage; dose of tohor; NAF slopes.*

## ABSTRAK

Air asam tambang merupakan air limpasan dari daerah tambang yang terbentuk akibat oksidasi mineral-mineral sulfida yang menghasilkan asam sulfat. Terbentuknya air asam tambang merupakan permasalahan serius bagi perusahaan - perusahaan yang berwawasan lingkungan. Hal ini disebabkan karena air asam tambang sangat berpengaruh pada kondisi lingkungannya yaitu menurunnya kualitas air permukaan, air tanah, biota perairan dan masyarakat. Oleh karena itu perlu penanganan air asam tambang, salah satunya adalah percobaan simulasi pencegahan air asam tambang pada skala laboratorium untuk mengetahui pengaruh kemiringan NAF terhadap air lindian yang dihasilkan dan dosis kapur efektif untuk menetralkan air asam tambang. Simulasi ini menggunakan kemiringan NAF yang berbeda-beda yaitu 15<sup>0</sup>, 20<sup>0</sup>, dan 25<sup>0</sup>. Hasil simulasi ini berupa data pH air lindian dan dosis kapur tohor yang kemudian akan dianalisis dengan menggunakan metode statistika. Dari data tersebut didapatkan bahwa dengan menggunakan kemiringan NAF 15<sup>0</sup> lebih efektif dalam menghambat pembentukan air asam tambang dibandingkan kemiringan NAF yang lain.

**Kata kunci:** *Air asam tambang; dosis kapur tohor; kemiringan NAF.*

## PENDAHULUAN

Pertambangan batubara di Indonesia baik tambang terbuka dan tambang bawah tanah akan menghasilkan air buangan yang bersifat asam yaitu air asam tambang. Air asam tambang ini diakibatkan dari kegiatan pengupasan tanah penutup dan penggalian batubara. Air asam tambang terbentuk akibat mineral-mineral sulfida terutama *pyrit* (FeS<sub>2</sub>) yang terekspose sehingga terjadi reaksi antara mineral-mineral tersebut dengan udara (O<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) yang kemudian akan menghasilkan air asam tambang (*mine acid drainage*) [4]. Oleh karena sifatnya yang sangat asam (pH rendah) dan kandungan logam terlarut yang tinggi, maka air asam tambang dapat merusak ekosistem perairan yang membahayakan bagi kehidupan hewan, tumbuhan, bahkan manusia,

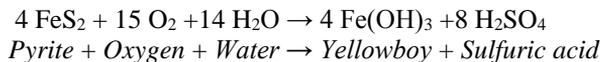
sehingga untuk mengatasi masalah tersebut perlu penanganan air asam tambang secara efektif dan efisien, sehingga dapat memenuhi standar baku mutu yang disyaratkan oleh pemerintah.

Salah satu penanganan air asam tambang yang dapat dilakukan adalah dengan cara pencegahan air asam tambang. Pada penelitian ini dilakukan simulasi pencegahan air asam tambang dengan metode *encapsulation* dimana material PAF (*Potentially Acid Forming*) akan dilapisi dengan material NAF (*Non Acid Forming*) berdasarkan parameter kemiringan NAF. Pelapisan ini diharapkan akan menghambat terbentuknya air asam tambang, sedangkan perlakuan parameter kemiringan yang berbeda-beda ini dilakukan untuk mengetahui kemiringan mana yang paling efektif dalam menghambat pembentukan air asam tambang berdasarkan dari pH air lindi yang dihasilkan pada setiap tabung uji. Dari data hasil uji simulasi tersebut juga dapat diketahui dosis kapur tohor yang efektif dalam penanganan air asam tambang.

## TINJAUAN PUSTAKA

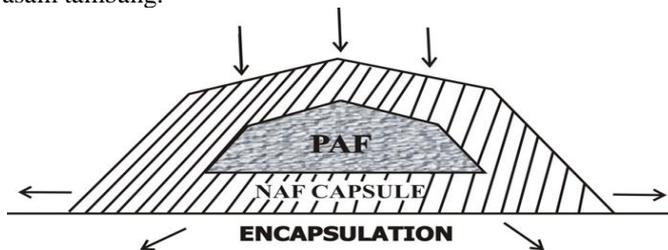
### Air Asam Tambang

Air asam tambang atau *acid mine drainage* (AMD) merupakan air limpasan dari daerah tambang yang mempunyai  $\text{pH} < 6$  yang terbentuk akibat oksidasi mineral-mineral sulfida yang menghasilkan asam sulfat. Mineral sulfida tersebut antara lain pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan markasit ( $\text{FeS}_2$ ), kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), dan arsenopirit ( $\text{FeAsS}$ ) [2]. Umumnya terdapat 3 faktor pembentuk air asam tambang yaitu air, oksigen, dan mineral batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. Air asam tambang yang timbul dapat dari lubang tambang, timbunan tanah penutup, pengolahan limbah tailing maupun lubang bekas tambang yang sudah lama ditutup berpotensi untuk menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Reaksi umum pembentukan air asam tambang adalah sebagai berikut :



### Metode Encapsulation

Salah satu pencegahan air asam tambang adalah dengan melakukan metode encapsulation dimana dilakukan penanganan material PAF (*Potentially Acid Forming*) dan NAF (*Non Acid Forming*) agar tidak terjadi kontak antara air, udara dan mineral sulfida yang berasal dari material PAF. Konsep metode *encapsulation* adalah memutus rantai reaksi sehingga menghindari terjadinya air asam tambang [6]. Metode encapsulation dapat ditunjukkan pada gambar 1, dimana penanganannya berupa melapisi material PAF dengan menggunakan material NAF sehingga air dan udara tidak masuk ke dalam material PAF yang berakibat terhambatnya pembentukan air asam tambang.



Gambar 1. Metode Encapsulation

## METODE

### Bahan dan Alat

Material PAF yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari Benuang, Pendopo, Muara Enim, Sumatera Selatan yang berupa *claystone*, sedangkan material NAF yang digunakan

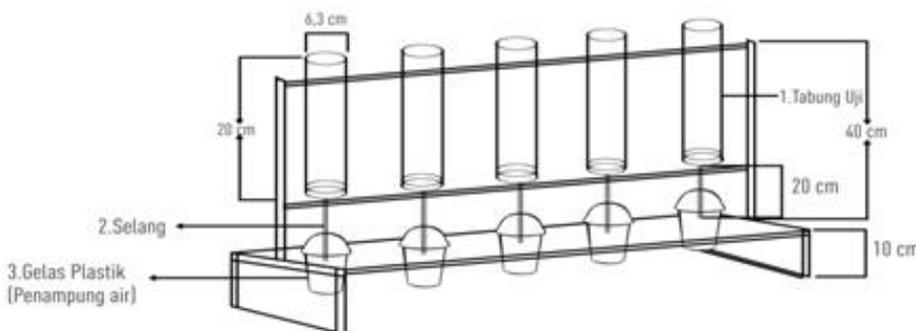
untuk penelitian ini berasal dari daerah persawahan di Baki, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah yang berupa lempung. Bahan untuk menetralkan air asam tambang hasil lindian simulasi adalah kapur tohor. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, satu set instalasi simulasi air asam tambang, timbangan, dan gelas ukur.

### Identifikasi Batuan PAF dan NAF

Kegiatan ini diawali dengan melakukan survei lapangan untuk pengambilan contoh batuan/tanah penutup di daerah penelitian. Sampel batuan PAF diambil dari Pendopo, Muara Enim, Sumatera Selatan, yang selanjutnya di bawa ke Laboratorium Geoservices untuk di tes kandungan sulfida-nya. Sedangkan untuk sampel NAF diambil di daerah persawahan yang berlokasi di Baki, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah kemudian di ukur pH-nya dengan menggunakan pH meter tanah, yang bertujuan untuk memastikan apakah tanah tersebut tidak mengandung sulfida dan bisa digunakan sebagai sampel NAF (didapatkan sampel *claystone* dengan pH=7,1).

### Instalasi Penanganan Air Asam Tambang

Instalasi ini digunakan untuk melakukan uji simulasi penanganan air asam tambang berupa pencegahan pembentukan air asam tambang berdasarkan metode *encapsulation* [3]. Metode ini dilakukan dengan melapisi material PAF dengan material NAF yang mempunyai kemiringan yang berbeda-beda yaitu  $15^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ , dan  $25^{\circ}$ . Pelapisan ini bertujuan untuk menghambat masuknya air dan udara ke dalam material PAF sehingga tidak terjadi reaksi oksidasi mineral sulfida. Instalasi penanganan air asam tambang didesain seperti pada gambar 2, instalasi ini terbuat dari paralon terdiri dari 4 kolom dengan tebal 2 mm, diameter 6,3 cm dan tinggi 20 cm.



Gambar 2. Instalasi Simulasi Penanganan Air Asam Tambang

### Prosedur Penanganan Air Asam Tambang

Prosedur simulasi pencegahan air asam tambang dengan sistem isian kolom berdasarkan parameter kemiringan NAF yaitu (1) mempersiapkan peralatan tabung uji berupa gelas plastik, selang, saringan, penutup paralon dan paralon; (2) material PAF dengan ketebalan 5 cm diletakkan pada bagian bawah paralon kemudian dilapisi dengan material NAF dengan kemiringan bervariasi yaitu  $25^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ , dan  $15^{\circ}$ ; (3) bagian bawah material NAF dilapisi dengan kain kasa kemudian ditutup dengan penutup paralon dan dipasang selang untuk mengalirkan air lindian hasil simulasi; (4) meletakkan paralon ke instalasi penanganan air asam tambang; (5) mengalirkan air hujan ke dalam setiap kolom dengan volume 200 ml; (6) mengukur air lindian yang telah keluar dari simulasi menggunakan pH meter.

Tabel 1. Komposisi material PAF dan kemiringan material NAF

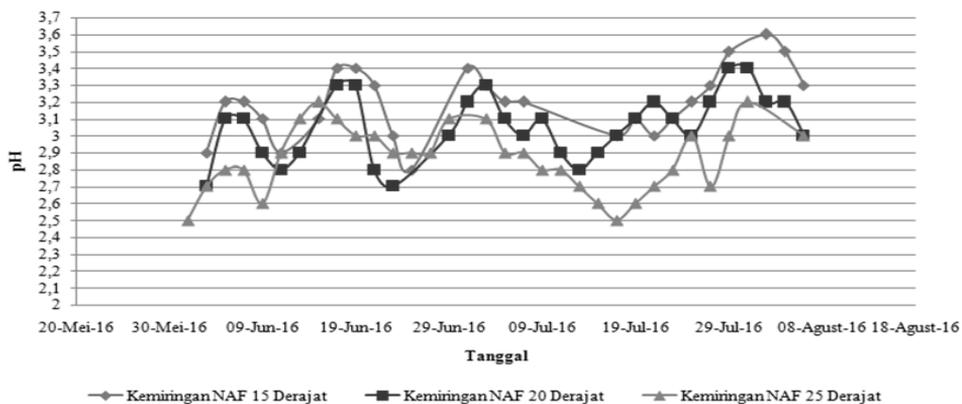
No.	Tebal Material PAF	Kemiringan Material NAF
1.	5 cm	25 <sup>0</sup>
2.	5 cm	20 <sup>0</sup>
3.	5 cm	15 <sup>0</sup>

Pada tabel 1 terlihat komposisi antara material PAF dengan kemiringan material NAF, dimana tebal material PAF yang digunakan sama yaitu 5 cm, sedangkan kemiringan yang digunakan bervariasi yaitu 25<sup>0</sup>, 20<sup>0</sup>, dan 15<sup>0</sup>. Variasi ini bertujuan untuk mengetahui kemiringan yang efektif dalam mencegah terjadinya air asam tambang.

Sedangkan untuk prosedur penetralan air asam tambang antara lain (1) menyiapkan peralatan yang digunakan dalam proses penetralan berupa timbangan, pH meter, gelas ukur dan bahan penetral berupa kapur tohor; (2) proses penetralan dilakukan dengan dosis kapur tohor bervariasi yaitu 0,1 gr/L; 0,2 gr/L; 0,3 gr/L, dan 0,4 gr/L; (3) menambahkan kapur tohor ke dalam air lindi hasil simulasi penanganan air asam tambang dan dilakukan pengadukan selama 1 menit; (4) menunggu kapur tohor tersebut mengendap selama 1 menit kemudian dilakukan pengukuran air asam tersebut. Kapur tohor merupakan bahan penetral yang efektif dalam menetralkan air asam tambang dibandingkan bahan penetral yang lain [1].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pencegahan Air Asam Tambang



Gambar 3. Kemiringan NAF yang bervariasi

Berdasarkan hasil percobaan yang ditunjukkan pada gambar 3 didapatkan data grafik yang mengalami fluktuasi yang berbeda setiap tabung uji dimana ada yang mengalami kenaikan dan penurunan pH, namun hampir semua tabung uji yang mendapatkan perlakuan berbeda membentuk pola yang sama. Pada awal penelitian, pH dari masing-masing tabung uji mengalami kenaikan mulai tanggal 1 Juni 2016 sampai 7 Juni 2016, kemudian mengalami penurunan sampai tanggal 11 Juni 2016. Setelah itu grafik mengalami kenaikan mulai tanggal 13 Juni 2016 sampai 19 Juni 2016. Pada tanggal 21 Juni 2016 terjadi penurunan pH sampai tanggal 27 Juni 2016. Kemudian terjadi kenaikan pH pada tanggal 29 Juni 2016 sampai tanggal 3 Juli 2016 dan relatif terjadi penurunan pH pada tanggal 5 Juli 2016 sampai tanggal 17 Juli 2016. Pada tanggal 19 Juli 2016 relatif terjadi kenaikan pH sampai tanggal 25 Juli 2016 dan mengalami penurunan pada tanggal 27 Juli 2016. Setelah itu terjadi kenaikan pH kembali 31 Juli 2016 dan terjadi penurunan pH sampai tanggal 6 Agustus 2016. Dari setiap kenaikan ataupun penurunan pH yang terjadi

nilainya relatif tidak terlalu signifikan. Dalam hal ini, penurunan dan kenaikan pH yang terjadi dipengaruhi oleh kondisi curah hujan dan temperatur lokasi penelitian. Selain itu terbentuknya air asam tambang juga akan dipengaruhi oleh pelapukan batuan atau material itu sendiri. Semakin kecil ukuran batuan atau material maka luas permukaannya menjadi semakin besar sehingga mempercepat terbentuknya reaksi oksidasi dan menyebabkan air asam tambang [5].

Pada tabel 2 terlihat bahwa setiap tabung uji dengan kemiringan yang berbeda mempunyai trendline atau rata-rata pH awal dan akhir yang berbeda. Pada kemiringan NAF 15<sup>0</sup> trendline yang dihasilkan yaitu pH awal sebesar 3,1 dan pH akhir 3,3. Pada kemiringan NAF 20<sup>0</sup> trendline yang dihasilkan yaitu pH awal sebesar 2,9 dan pH akhir 3,2. Sedangkan pada kemiringan NAF 25<sup>0</sup> dihasilkan trendline dengan pH awal 2,8 dan pH akhir 2,9. Dari trendline terlihat bahwa semua perlakuan menghasilkan kenaikan pH meskipun tidak terlalu signifikan. Sedangkan apabila dibandingkan dengan tabung uji yang tidak menggunakan penambahan NAF dengan kemiringan terjadi penurunan pH yaitu pH awal sebesar 3,1 dan pH akhir 2,6. Berikut ini adalah trendline pH awal dan pH akhir dari masing-masing perlakuan.

Tabel 2. *Tredline* kemiringan NAF yang bervariasi

Perlakuan	pH Awal	pH Akhir
Kemiringan NAF 15 <sup>0</sup>	3,1	3,3
Kemiringan NAF 20 <sup>0</sup>	2,9	3,2
Kemiringan NAF 25 <sup>0</sup>	2,8	2,9

### Penetralkan Air Asam Tambang

Dari tabel 3 didapatkan data bahwa air yang dihasilkan pada simulasi penanganan disposal dengan parameter kemiringan didapatkan pH mulai dari 2,5 sampai 3,6. Dari pH yang berbeda-beda tersebut dilakukan penetralan sehingga didapatkan dosis kapur tohor yang berbeda. Berikut ini adalah tabel pengelompokkan dosis kapur tohor yang efektif pada masing-masing pH.

Tabel 3. Dosis kapur tohor yang efektif pada parameter kemiringan

pH Awal	pH Akhir	Dosis Kapur Tohor
2,5	7,2	0,4 gr/L
2,6	7,4	0,4 gr/L
2,7	7,1	0,4 gr/L
2,8	7,0	0,4 gr/L
2,9	7,1	0,4 gr/L
3,0	7,2	0,4 gr/L
3,1	7,4	0,4 gr/L
3,2	7,3	0,4 gr/L
3,3	7,5	0,3 gr/L
3,4	7,1	0,3 gr/L
3,5	7,2	0,3 gr/L
3,6	7,6	0,3 gr/L

Berdasarkan data pengelompokkan diatas dapat disimpulkan bahwa pH mulai dari 2,5 sampai 3,2 dibutuhkan kapur tohor sebesar 0,4 gr/L sedangkan pH mulai dari 3,3 sampai 3,6 dibutuhkan kapur tohor sebesar 0,3 gr/L.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil percobaan didapatkan bahwa penambahan material NAF dapat memberikan pengaruh terhadap PAF dengan menjaga pH agar tidak terjadi penurunan secara signifikan. Selain itu, kemiringan NAF sebesar 15<sup>0</sup> dapat memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap PAF yang ditunjukkan dengan trendline yang ada. Dosis kapur tohor yang dibutuhkan untuk pH 2,5 sampai 3,2 adalah 0,4 gr/L sedangkan untuk pH 3,3 sampai 3,6 adalah 0,3 gr/L.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arief, Achmad Taufik, dkk. 2012. *Perhitungan Dosis Pengapuran Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage) di Kolam Pengendapan Lumpur Air Laya Putih PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. Bandung: Seminar Air Asam Tambang di Indonesia Ke-4.
- [2] Gautama, Rudy Sayoga. 2012. *Pengelolaan Air Asam Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan.
- [3] Gunawan, Firman, dkk. 2014. *Penelitian dan Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Asam Tambang di Lati Mine Operation*. Bandung: Seminar Air Asam Tambang Ke-5 dan Pascatambang di Indonesia.
- [4] Hakim, Abdul, dkk. 2009. *Penelitian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Tambang Batubara Terbuka di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan*. Bandung: Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara.
- [5] Nugraha, Candra dan Ginting J Kusuma. 2012. *Pengaruh Pelapukan Batuan terhadap Pembentukan Air Asam Tambang*. Bandung: Seminar Air Asam Tambang di Indonesia ke-4.
- [6] Zulkarnain, Andi dan Mauli Dedi Abdiyanto. 2012. *Pemodelan Geokimia Batuan Penutup Area Binungan Blok 9 PT. Berau Coal*. Bandung: Seminar Air Asam Tambang di Indonesia Ke-4.