

Penanganan Air Asam Tambang Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Kapur Tohor Berdasarkan Parameter Ketebalan NAF

Bantar Tyas Sukmawati Rukmana¹, Abdul Rauf², Desyana Ghafarunnisa³

Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta^{1,3}
Dosen Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta^{2,3}
bantartyas_rukmana18@yahoo.com

Abstrak

Pada kegiatan pertambangan batubara baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah akan menghasilkan air buangan yang bersifat asam yang disebut air asam tambang. Air asam tambang terbentuk sebagai hasil oksidasi mineral sulfida tertentu yang terkandung dalam batuan oleh oksigen di udara pada lingkungan berair. Air asam tambang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu menurunnya kualitas air tanah, air permukaan dan masyarakat yang sekitar tinggal di daerah aliran sungai. Oleh karena itu, perlu upaya penanganan dan pengendalian air asam tambang, salah satunya adalah percobaan simulasi penanganan air asam tambang pada skala laboratorium untuk mengetahui pengaruh ketebalan NAF terhadap air lindian yang dihasilkan dan dosis kapur tohor yang diperlukan untuk menetralkannya. Pengumpulan data berasal dari data pH yang dihasilkan oleh setiap simulasi yang dilakukan kemudian akan dianalisis dengan menggunakan statistika untuk mendapatkan hubungan antara keduanya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan melapisi material PAF dengan material NAF akan menghambat pembentukan air asam tambang dimana pH air lindian yang dihasilkan cenderung naik dibandingkan perlakuan yang tidak menggunakan material NAF. Sedangkan untuk simulasi penetralan air asam tambang didapatkan dosis kapur tohor yang efektif untuk masing-masing perlakuan.

Kata Kunci: AAT, Kapur tohor, Material PAF, Material NAF

1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan suatu bidang usaha yang sifat kegiatannya selalu menimbulkan perubahan pada alam lingkungannya (BPLHD Jabar, 2005). Aktivitas pertambangan selalu membawa dua sisi. Sisi pertama adalah memacu kemakmuran ekonomi negara. Sedangkan sisi lainnya adalah timbulnya dampak negatif terhadap lingkungan yang memerlukan tenaga, pikiran, dan biaya yang cukup signifikan untuk proses pemulihannya. *United Nations Environment Programme* (UNEP, 1999) menggolongkan dampak-dampak yang timbul dari kegiatan pertambangan antara lain *biodiversity* di sekitar lokasi pertambangan dan kerusakan habitat, limbah tambang dan pembuangan tailing, buangan air limbah dan air asam tambang, pengelolaan bahan kimia, keamanan dan pemaparan bahan kimia ditempat, toksisitas logam berat dan kesehatan masyarakat dan pemukiman di sekitar tambang (Bapedal, 2001). Pertambangan batubara di Indonesia umumnya dilakukan dengan dua metode yaitu metode tambang terbuka dan tambang bawah tanah. Baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah menghasilkan air buangan yang bersifat asam yang disebut sebagai air asam

tambang (*acid mine drainage*). Air asam tambang terbentuk sebagai hasil oksidasi mineral sulfida tertentu yang terkandung dalam batuan oleh oksigen di udara pada lingkungan berair (Sayoga, 2007). 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 tanah, air permukaan terutama jika dialirkan ke sungai akan berdampak pada biota yang ada diperairan terutama masyarakat yang tinggal di daerah aliran sungai yang memanfaatkan air sungai untuk kehidupan sehari-hari.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 bahwa setiap penanggungjawab usaha atau kegiatan pertambangan wajib melakukan pengolahan air limbah yang berasal dari kegiatan penambangan dan air limbah yang berasal dari kegiatan pengolahan/pencucian sehingga mutu air limbah yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu air limbah.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai penanganan air asam tambang yang efektif berupa pencegahan air

asam tambang dan penanganan setelah air asam tambang terbentuk. Pencegahan air asam tambang dilakukan dengan cara meminimalkan infiltrasi oksigen dan air ke dalam lapisan batuan yang mengandung mineral sulfida, sedangkan penanganan setelah air asam terbentuk dapat berupa penetralan air asam tambang dengan penambahan material alkali, salah satunya dengan menggunakan kapur tohor.

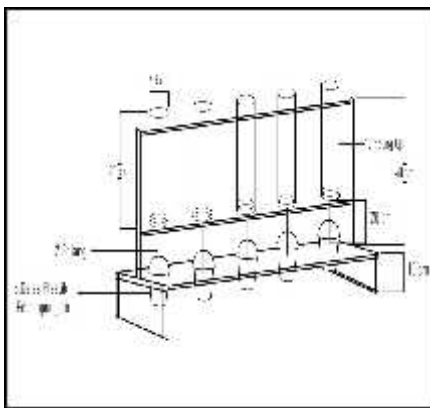
2. Metode

2.1 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel PAF (*Potentially Acid Forming*) dan sampel NAF (*Neutralizing Acid Forming*). Sampel PAF merupakan material yang berpotensi menghasilkan asam sedangkan sampel NAF merupakan material yang tidak berpotensi menghasilkan asam. Sampel PAF ini diambil dari Benuang, Pendopo, Muara Enim, Sumatera Selatan yang berupa material *claystone*. Sampel PAF yang sudah diambil kemudian di uji di laboratorium Geoservices untuk mengetahui apakah material tersebut termasuk PAF atau NAF. Sampel NAF diambil di tempat yang berbeda dengan sampel PAF, sampel ini diambil di daerah persawahan di Baki, Sukoharjo, Jawa Tengah. Sampel NAF yang sudah diambil kemudian di uji kandungan pH tanahnya dengan menggunakan pH meter khusus tanah. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa material yang berupa lempung tersebut benar-benar termasuk material NAF.

2.2 Perancangan Simulasi Penanganan AAT

Rancangan dan instalasi penanganan air asam tambang pada disposal dimaksudkan sebagai salah satu cara untuk melakukan uji coba simulasi mitigasi pembentukan air asam tambang. Penanganan ini dilakukan berdasarkan metode *Encapsulation* dimana material yang mengandung sulfida (PAF) akan dilapisi dengan material yang impermeabel dan tidak mengandung sulfida (NAF).



Gambar 1. Instalasi Simulasi Penanganan AAT

Instalasi ini terbuat dari paralon dengan diameter 6,3 cm, tebal 2 mm, dan tinggi kolom 20 cm. Instalasi ini terdiri 5 kolom dan ditopang oleh dudukan yang terbuat papan kayu, pada masing-masing kolom di bagian bawahnya dilengkapi kolom sebagai tempat gelas plastik. Setiap tabung uji dipasang kain kasa sebagai saringan, pada bagian bawah tabung dipasang selang dengan panjang 20 cm dan diameter 8 cm sebagai alat untuk mengalirkan air lindian dari tabung ke botol plastik, dan pada ujung selang akan dipasang botol plastik dengan volume 350 ml sebagai tempat penampungan air lindian pada saat percobaan. Instalasi simulasi penanganan air asam tambang dapat dilihat pada Gambar 1.

2.3 Prosedur Simulasi Penanganan AAT

Prosedur simulasi penanganan air asam tambang dengan parameter ketebalan NAF dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Menyiapkan peralatan yang digunakan untuk tabung uji seperti paralon, selang, penutup paralon, saringan, dan gelas plastik.
- Meletakkan batuan yang mengandung sulfida atau batuan PAF berupa *claystone* dengan ketebalan 5 cm pada bagian paling bawah pada paralon dan pada bagian atasnya dilapisi dengan batuan yang tidak mengandung sulfida atau batuan NAF berupa lempung dengan ketebalan yang bervariasi yaitu 4 cm, 3 cm, 2 cm, dan 1 cm.
- Setelah itu pada bagian bawah batuan NAF dilapisi kain kasa sebagai saringan dan kemudian ditutup dengan penutup paralon serta diisolasi dengan lakban agar penutup paralon tidak jatuh.
- Kemudian paralon tersebut ditempatkan pada kerangka simulasi yang terbuat dari papan kayu dan bagian bawah paralon dipasang selang untuk mengalirkan air lindian serta dipasang wadah plastik dibagian bawah untuk menampung air lindian.
- Setelah semua tabung uji sudah diletakkan pada instalasi penanganan air asam tambang pada disposal kemudian setiap tabung uji diisi dengan air hujan secara teratur dengan volume 200 ml.
- Apabila air lindian sudah keluar dan tertampung pada botol plastik maka dilakukan pengukuran pH air lindian tersebut (minimal volume 100 ml) dan dicatat pada buku harian (dilakukan 2 hari sekali).

Dalam sistem percobaan ini digunakan 5 tabung uji, dimana satu tabung uji digunakan sebagai kontrol. Tabel komposisi antara batuan PAF dan batuan NAF pada tabung uji ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 1. Ketebalan batuan PAF dan batuan NAF

NO.	Tebal Batuan PAF	Tebal Batuan NAF
1.	5 cm	4 cm
2.	5 cm	3 cm
3.	5 cm	2 cm
4.	5 cm	1 cm
5.	5 cm (kontrol)	-

2.4 Prosedur Simulasi Penetrasi AAT

Pada penelitian ini dilakukan simulasi proses penetralan air asam tambang pada skala laboratorium. Simulasi penetralan air asam tambang ini bertujuan untuk menetralkan air lindian yang berasal dari sistem penanganan air asam tambang pada disposal sehingga memenuhi baku mutu lingkungan. Bahan alkalin yang digunakan untuk menetralkan air asam tambang tersebut adalah kapur tohor. Berikut ini adalah prosedur penelitian yang dilakukan antara lain :

- Menyiapkan peralatan meliputi pH meter digital, timbangan digital, gelas ukur 1 liter, dan pengaduk.
- Bahan yang digunakan meliputi air asam tambang berupa air lindian yang berasal dari proses penanganan air asam tambang pada disposal yang telah diukur pH nya dan kapur tohor yang berfungsi sebagai bahan penetral.
- Dalam percobaan ini digunakan air asam tambang dengan volume 100 ml.
- Penimbangan kapur tohor dilakukan dengan dosis 0,1 gr/L; 0,2 gr/L; 0,3 gr/L, dan 0,4 gr/L.
- Melakukan proses penetralan dari setiap sampel air asam tambang dengan menambahkan dosis kapur tohor yang berbeda dan melakukan pengadukan selama 1 menit. Setelah itu pengadukan dihentikan dan ditunggu selama 5 menit. Kemudian melakukan pengukuran pH akhir dan didapatkan dosis efektif untuk menetralkan air asam tambang.

2.5 Metode Analisis Data

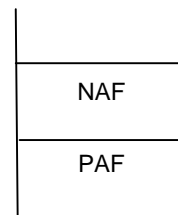
Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data kuantitatif yang menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui hubungan antara ketebalan NAF dengan pH air lindian yang dihasilkan. Data yang dihasilkan dari penelitian ini berupa pH tiap sampel uji dan dosis kapur tohor yang efektif pada saat penetralan. Data pH tiap sampel uji berfluktuasi dan berbeda-beda, sehingga perlu pengolahan data statistik untuk mengetahui apakah data yang ada sudah ideal atau belum. Pengolahan data tersebut menggunakan software Microsoft Excel dengan metode skewness (kemelencengan), dimana data-data pH yang ada akan dilihat apakah sudah terdistribusi normal atau belum. Hal ini

dilakukan agar data yang ada dapat mewakili populasinya dan ideal. Setelah itu data yang sudah terdistribusi normal akan dianalisis dengan menggunakan regresi linier untuk mendapatkan hubungan antara ketebalan NAF dan ketebalan PAF sehingga akan diketahui apakah ada pengaruh ketebalan NAF terhadap air lindian yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penanganan Air Asam Tambang dengan Parameter Ketebalan NAF

Pada penelitian ini, penempatan material PAF dan NAF dilakukan dengan cara *layering*, dimana batuan NAF yaitu lempung ditempatkan pada bagian atas untuk melapisi batuan PAF yang berupa *claystone*. Pemilihan lempung sebagai material perlapisan dikarenakan lempung mempunyai nilai permeabilitas yang sangat kecil yaitu sebesar $2,3148 \times 10^{-9}$ m/detik, sehingga dapat menghambat masuknya air dan oksigen ke dalam batuan PAF. Penempatan material PAF dan NAF ini dilakukan sebagai model penanganan air asam tambang pada disposal. Model penempatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

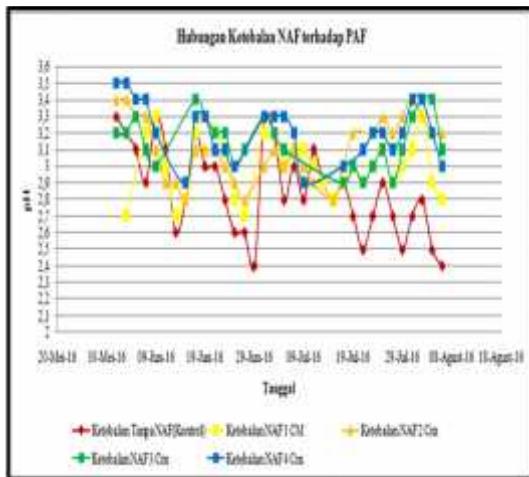


Gambar 2. Penempatan material PAF dan NAF

Pada proses simulasi penanganan dengan parameter ketebalan NAF ini menggunakan 5 tabung uji, dimana ketebalan NAF sebesar 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan tanpa NAF sebagai kontrol. Pada simulasi ini menggunakan batuan PAF dengan jenis *claystone* dengan pH sebesar 4,7. Simulasi ini dilakukan dari tanggal 1 Juni 2016 sampai 6 Agustus 2016. Dari Grafik 3 hubungan ketebalan NAF terhadap PAF terlihat bahwa selama penelitian, pH dari masing-masing perlakuan mengalami fluktuasi yang berbeda-beda, dimana adakalanya mengalami kenaikan dan adapula mengalami penurunan. Meskipun terjadi fluktuasi yang berbeda-beda, namun seluruh tabung uji yang mengalami perlakuan berbeda mempunyai pola kenaikan dan penurunan yang hampir sama. Penurunan dan kenaikan pH pada setiap tabung uji dengan perlakuan yang berbeda tidaklah signifikan, namun pada tabung uji kontrol atau perlakuan yang tidak menggunakan NAF sebagai penutup, adakalanya mengalami penurunan dan kenaikan pH secara signifikan seperti pada tanggal 11 Juni 2016 sampai 13 Juni 2016 terjadi penurunan pH dari 3,1 menjadi 2,6

dan pada tanggal 29 Juni sampai 1 Juli 2016 terjadi kenaikan pH dari 2,4 menjadi 3,3.

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa lempung sebagai NAF dapat berperan sebagai *buffer* (penyangga) yang fungsinya untuk menjaga agar tidak terjadi perubahan pH yang terlalu besar terbukti dengan fluktuasi pH pada tabung uji dengan ketebalan NAF 1 cm, 2 cm, 3 cm dan 4 cm yang tidak terlalu signifikan. Fluktuasi pH dimana terjadi kenaikan dan penurunan pH diakibatkan oleh curah hujan dan temperatur. Berdasarkan pengamatan selama penelitian, ketika terjadi hujan maka terjadi kenaikan pH diakibatkan karena terjadi pengenceran akibat penambahan air hujan ke dalam tabung uji. Sedangkan pada kondisi panas atau tidak hujan terjadi penurunan pH diakibatkan penguapan air yang berada di dalam tabung uji sehingga air yang melarutkan sulfida lebih sedikit tetapi mengandung konsentrasi yang tinggi sehingga menghasilkan keasaman yang tinggi. Karakteristik air asam yang dihasilkan adalah pekat dikarenakan pelarut (air) membawa serta logam. Selain itu, semakin tinggi temperatur maka akan semakin cepat laju reaksi oksidasi berlangsung dan sebaliknya. Hal ini disebabkan karena pada kenaikan suhu akan terjadi penambahan kalor pada sistem reaksi sehingga energi pereaksi semakin meningkat yang mengakibatkan kecepatan oksidasi semakin besar sehingga pembentukan air asam tambang lebih cepat.



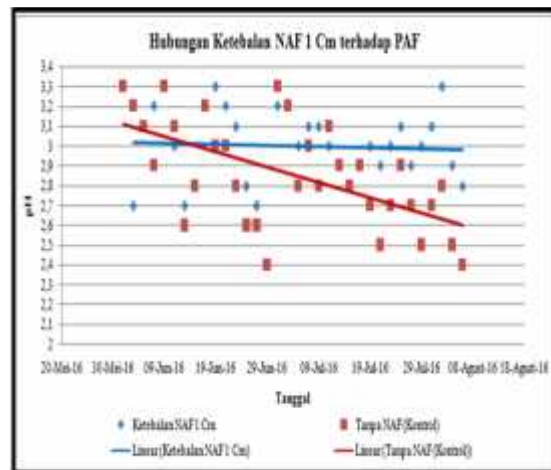
Gambar 3. Hubungan ketebalan NAF terhadap pH yang dihasilkan dari PAF

Tabel 2. Trendline ketebalan NAF yang bervariasi

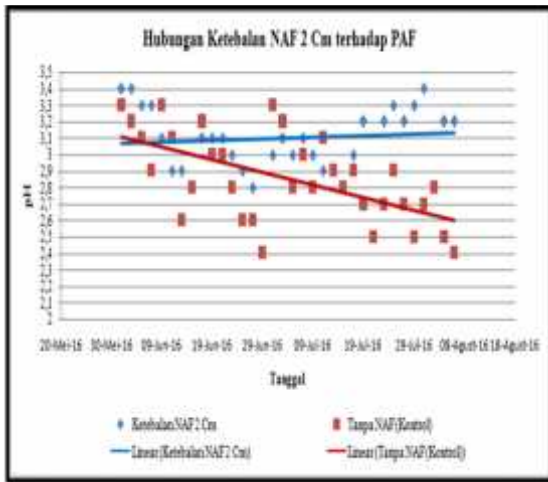
Perlakuan	pH Awal	pH Akhir
Ketebalan NAF 1 cm	3	3
Ketebalan NAF 2 cm	3	3,1
Ketebalan NAF 3 cm	3,2	3,1
Ketebalan NAF 4 cm	3,3	3,1
Kontrol (Tanpa NAF)	3,1	2,6

Tabel 2 merupakan trendline pH awal dan pH akhir dari masing-masing perlakuan. Setiap perlakuan tabung uji yang bervariasi menghasilkan data yang berbeda-beda dan pengaruh terhadap PAF yang berbeda. Pada grafik perlakuan kontrol (tanpa NAF) didapatkan trendline yaitu pH awal sebesar 3,1 dan pH akhir 2,6. Pada grafik ketebalan NAF 1 cm didapatkan trendline (rata-rata pH selama penelitian) yaitu pH awal sebesar 3 dan pH akhir sebesar 3. Pada grafik ketebalan NAF 2 cm didapatkan trendline yaitu pH awal sebesar 3 dan pH akhir sebesar 3,1. Pada grafik ketebalan NAF 3 cm didapatkan trendline yaitu pH awal sebesar 3,2 dan pH akhir sebesar 3,1. Sedangkan pada grafik ketebalan NAF 4 cm didapatkan trendline yaitu pH awal sebesar 3,3 dan pH akhir 3,1.

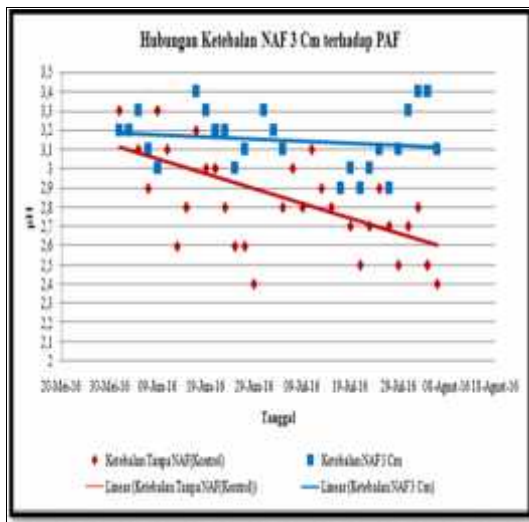
Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa hampir semua perlakuan menghasilkan penurunan pH pada pH awal dan pH akhir, baik perlakuan tabung uji dengan menggunakan NAF maupun tidak menggunakan NAF (kontrol). Namun, pada perlakuan yang menggunakan NAF penurunan pH tidak begitu signifikan. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa dengan penambahan ketebalan NAF sebesar 4 cm dapat memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap PAF dibandingkan penambahan ketebalan NAF lainnya, yang ditunjukkan dengan nilai pH awal dan pH akhir dari ketebalan NAF 4 cm. Hal ini diakibatkan karena semakin tebal NAF maka akan semakin banyak dan semakin lama air yang masuk ke dalam batuan NAF sehingga air yang melewati batuan NAF akan mengandung mineral lempung yang dapat menaikkan pH.



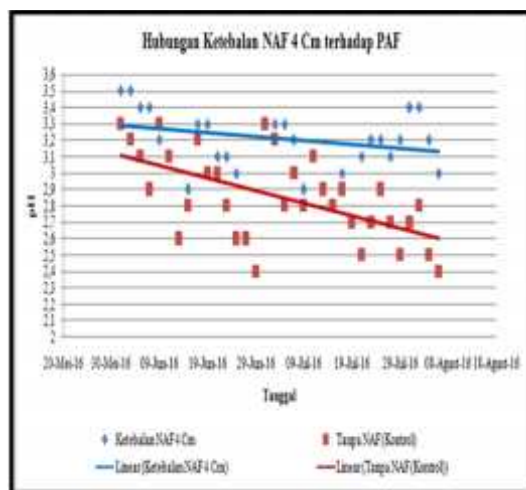
Gambar 4. Hubungan ketebalan NAF 1 cm terhadap pH yang dihasilkan oleh PAF



Gambar 5. Hubungan ketebalan NAF 2 cm terhadap pH yang dihasilkan oleh PAF



Gambar 6. Hubungan ketebalan NAF 3 cm terhadap pH yang dihasilkan oleh PAF



Gambar 7. Hubungan ketebalan NAF 4 cm terhadap pH yang dihasilkan oleh PAF

3.2 Penetrulan Air Asam Tambang

Berdasarkan hasil simulasi penanganan air asam tambang sebelumnya didapatkan pH air yang bersifat asam, oleh karena itu perlu dilakukan penetralan untuk meningkatkan pH air asam tersebut agar menjadi netral. Penetrulan ini dilakukan dengan menggunakan bahan alkalin berupa kapur tohor. Sifat alkali dari kapur tohor ini dapat meningkatkan pH air asam tambang. Kapur tohor yang digunakan pada penetralan ini bersifat standar dimana ukuran butirnya -200 mesh atau kurang dari 74 mikron, kandungan karbonat tinggi (90-95%), dan kandungan MgO rendah (0,1-1,1%). Proses penetralan ini dilakukan dengan cara memasukkan kapur tohor dengan dosis tertentu ke dalam air asam dengan volume 100 ml. Proses ini dilakukan dalam keadaan statis dimana air tidak mengalir. Dosis kapur tohor yang digunakan adalah 0,1 gr/L; 0,2 gr/L; 0,3 gr/L dan 0,4 gr/L. Proses pengadukan kapur tohor dilakukan di dalam wadah dan pengukuran pH dilakukan 5 menit setelah pengadukan. Hal ini dilakukan agar kapur tohor mengendap terlebih dahulu di dasar wadah sehingga tidak ada kapur tohor yang menempel pada pH meter yang akan mempengaruhi pengukuran dan hasil pH yang diukur akan lebih detail. Pada hasil simulasi dengan parameter ketebalan didapatkan pH mulai dari 2,4 sampai 3,5. Dari pH yang bervariasi tersebut dilakukan penetralan sehingga didapatkan pH yang mendekati netral.

Tabel 3. Dosis kapur tohor yang efektif pada skala laboratorium

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

Pengelompokkan dosis kapur tohor yang efektif pada masing-masing pH dapat dilihat pada tabel 3.2. Berdasarkan tabel 3.2 dapat disimpulkan bahwa untuk pH mulai dari 2,4 sampai 3,2 dibutuhkan dosis kapur tohor sebesar 0,4 gr/L sedangkan untuk pH mulai dari 3,3 sampai 3,5 dibutuhkan dosis kapur tohor sebesar 0,3 gr/L.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ketebalan NAF yang berbeda-beda berpengaruh terhadap pH air lindian yang

dihasilkan. Peningkatan ketebalan NAF menghasilkan pH air lindian yang lebih basa yang ditunjukkan pada trendline hasil regresi. Pada penelitian ini ketebalan NAF yang baik untuk meminimalisir terbentuknya air asam tambang adalah ketebalan NAF 4 cm. Dosis kapur tohor yang efektif untuk menetralkan air asam tambang pada skala skalaboratorium adalah 0,4 gr/L untuk pH air antara 2,4 sampai 3,2 dan 0,3 gr/L untuk pH air antara 3,3 sampai 4,0. Penelitian ini hanya menggunakan ketebalan 4 jenis saja dan belum memperhatikan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pembentukan air asam tambang seperti udara dan intensitas curah hujan sehingga perlu adanya penelitian selanjutnya untuk mengetahui ketebalan optimal untuk menangani air asam tambang tersebut dan faktor yang mempengaruhi pembentukan air asam tambang. Selain itu pada proses penetralan belum dilakukan pengamatan juga perubahan pH terhadap waktu dan prosentase kapur tohor yang mengendap di dasar wadah untuk mengetahui seberapa efektifnya penggunaan kapur tohor sebagai bahan penetral.

Daftar Pustaka

- Anonim. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batubara.
- Anonim. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- 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*. Seminar Air Asam Tambang di Indonesia Ke-4. Bandung.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Gautama, Rudy Sayoga. 2012. *Pengelolaan Air Asam Tambang*. Institut Teknologi Bandung Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan. Bandung.
- Gunawan, Firman, dkk. 2014. *Penelitian dan Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Asam Tambang di Lati Mine Operation*. Seminar Air Asam Tambang Ke-5 dan Pascatambang di Indonesia. Bandung.
- Hakim, Abdul, dkk. 2009. *Penelitian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Tambang Batubara Terbuka di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan*. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. Bandung.
- Marganingrum dan Noviardi. 2010. *Pencemaran Air dan Tanah di Kawasan Pertambangan Batubara di PT. Berau Coal*. Riset Geologi dan Pertambangan Vol. 20, No. 1 hal 11-20.
- Nugraha, Candra dan Ginting J Kusuma. 2012. *Pengaruh Pelapukan Batuan terhadap Pembentukan Air Asam Tambang*. Seminar Air Asam Tambang di Indonesia ke-4. Bandung.
- Zulkarnain, Andi dan Mauli Dedi Abdiyanto. 2012. *Pemodelan Geokimia Batuan Penutup Area Binungan Blok 9 PT. Berau Coal*. Seminar Air Asam Tambang di Indonesia Ke-4. Bandung.



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :




Nama Pemakalah : Bantar Tyas Sukmawati Rukmana¹, Abdul Rauf², Desyana Ghafarunnisa³
Judul Makalah : PENANGANAN AIR ASAM TAMBANG PADA SKALA LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN KAPUR TOHOR BERDASARKAN PARAMETER KETEBALAN NAF
Pukul : 11.15 - 11.30
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : C.1
Moderator : Hidayatullah, S.T., M.T
Notulen : Lilis Zulaikha, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : 8 orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Bantar Tyas Sukmawati Rukmana ¹ , Abdul Rauf ² , Desyana Ghafarunnisa ³



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
 Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471




NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Bantar Tyas Sukmawati Rukmana¹, Abdul Rauf², Desyana Ghafarunnisa³
- Judul Makalah : PENANGANAN AIR ASAM TAMBANG PADA SKALA LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN KAPUR TOHOR BERDASARKAN PARAMETER KETEBALAN NAF
- Pukul : 11.15 - 11.30
- Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
- Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : C.1

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
1. Apa yang membedakan TAF dan PAF	1. Berdasarkan nilai TAF < 4,5 termasuk PAF TAF > 4,5 termasuk TAF Secara mineral yang membedakan adalah kandungan sulfidanya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugianto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Bantar Tyas Sukmawati Rukmana ¹ , Abdul Rauf ² , Desyana Ghafarunnisa ³