

ANALISIS PENGARUH MATERIAL *POTENTIALLY ACID FORMING* YANG TELAH TERTUTUP AIR TERHADAP PEMBENTUKAN AIR ASAM UNTUK RENCANA PASCA TAMBANG BATUBARA DI KALIMANTAN TIMUR

Saibun Sitorus¹, Deristu Samurai Teweng² dan Muhammad Fadliannur³

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

²Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Mulawarman

³Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis pengaruh material *potentially acid forming* yang telah tertutup air terhadap pembentuk air asam untuk rencana pasca tambang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis penggunaan kapur tohor (*quicklime*) yang efektif dalam menetralkan air asam tambang sehingga nilai pH sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku, pengaruh variasi kedalaman air terhadap material *potentially acid forming* (PAF) dalam pembentukan air asam dan biaya operasional dalam penggunaan kapur tohor (*quicklime*) pada saat pasca tambang. Hasil uji jar tes dihasilkan dosis kapur tohor yang paling optimal untuk menetralkan pH air asam dari nilai pH 3,08 menjadi pH 8 sebanyak 0,25 gram/Liter atau 250 gram/m³. Dari analisis rancangan acak lengkap maka perbedaan variasi kedalaman air terhadap material PAF dalam pembentukan air asam tambang sangat berpengaruh nyata terhadap nilai pH, ion Fe maupun ion Mn. Dosis kapur tohor yang optimal sebesar 250 gram/m³ dengan estimasi volume air asam tambang batubara sebesar 321.000 m³ dengan kedalam 3 meter serta biaya penggunaan kapur tohor (*quicklime*) setiap 1 m³ air asam memakan biaya sebesar Rp. 750/m³.

Kata Kunci: *air asam tambang, potentially acid forming, kapur tohor, jar tes.*

PENDAHULUAN

Potentially acid foaming (PAF) merupakan suatu material yang akan terbentuk jika air asam tambang tercampur dengan air hujan. Kandungan sulfur yang signifikan ini yang dapat di kasifikasikan sebagai PAF, dengan besar nya keasaman sehingga melebihi penetral asam yang ada didalam suatu material. Hal tersebut berarti menandakan bahwa terdapat resiko yang tinggi dalam material itu, yang mana material jika terkena paparan atmosfer akan mengakibatkan terjadinya proses oksidasi dan pembentukan air asam^[1].

Air asam tambang terbentuk dari dampak negatif adanya kegiatan penambangan batubara. Air asam tambang ini memiliki pengaruh dan dampak yang besar bagi lingkungan mapun masyarakat baik secara langsung maupun tak langsung sehingga air asam tambang ini tak dapat diabaikan begitu saja. Air asam tambang juga bisa terbentuk dari tersikapnya batuan sulfida yang melipah akan pyrite (FeS₂) dan mineral sulfide lainnya yang mampu bereaksi dengan air dan udara. Air asam tambang pun bisa terbentuk secara alamiah dimanapun dalam kondisi tertentu^[2].

Rata-rata penambangan batubara di Kalimantan Timur menggunakan sistem tambang terbuka, yang mana terjadinya pembukaan lahan dan penggalian tanah serta batua penutup. Kemudian tanah dan batuan ditimbun dalam suatu diasposal area/ditimbun kembali dalam lubang bekas galian sebelumnya (*backfilling*). Lajunya reaksi antara mineral sulfide yang terdapat dalam batuan penutup dan dalam batubara yang kontak langsung dengan udara dan air asam sehingga inilah yang menyebabkan air asam tambang.

Perlunya penanganan yang intens dalam memenuhi kebutuhan baku mutu lingkungan terkait pengolahan air asam tambang, salah satunya dengan melakukan penambahan kapur sohor (*quicklime*) didalam kolam pengelolaan. Penanganan serius juga diperlukan saat kegiatan pasca tambang yang akan meninggalkan lubang sehingga membentuk kolam air asim. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan agar mengetahui efektivitas dan keekonomisan kapur tohor (*quicklime*) dalam menurunkan kadar air asam tambang sehingga nilai pH sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain : pH meter, pipa PVC, gelas kimia, oven, neraca analitik, corong kaca, Erlenmeyer, desikator, penjepit cawan, cawan, tanur, pompa vakum, AAS, pipet volume, labu takar, hot plate dan kaca arloji.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain : kapur tohor (quicklime), air asam tambang, aquadest, kertas saring, air bebas mineral, asam nitrat, larutan standar Fe dan Mn serta gas asetilen.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam rangkaian kegiatan penelitian, yaitu tahap pengujian di laboratorium dengan metode jar tes dan tahap kegiatan eksperimen dengan prinsip *water cover system*.

1. Tahap Pengujian di Laboratorium dengan Metode Jar Tes

Metode jar tes dilakukan untuk mengetahui jumlah dosis kapur tohor yang tepat untuk menaikkan angka pH tertentu pada sampel air asam. Percobaan ini ingin mengetahui dosis optimal untuk menetralkan sampel air asam hingga mencapai pH 8.

Disiapkan air asam tambang (AAT) lalu ukur pH awal. Tambahkan larutan kapur tohor, lalu dilakukan pengadukan pada keseluruhan *beaker glass* dengan kecepatan sebesar 100 rpm selama 2 menit. Dan ukur kembali pHnya.

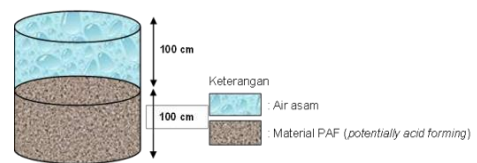
2. Tahap Kegiatan Eksperimen

Kegiatan eksperimen yaitu melakukan percobaan dengan prinsip *water covers system*. Rancangan eksperimen yaitu rancangan acak lengkap (RAL). Rancangan ini dipakai bila satuan percobaan yang digunakan relative homogen/seragam. Selain satuan percobaan yang homogen, lingkungan percobaan selain perlakuan juga relatif homogen, seperti halnya, perlengkapan yang digunakan. Tata laksana eksperimen dan suhu lingkungan. Rancangan eksperimen menggunakan 3 perlakuan akan dibuat sebanyak 3 percobaan sehingga diperoleh perlakuan P11, P12, P13, P21, P22, P23, P31, P32 dan P33. Dengan demikian satuan percobaan yang digunakan adalah $3 \times 3 = 9$ satuan percobaan.

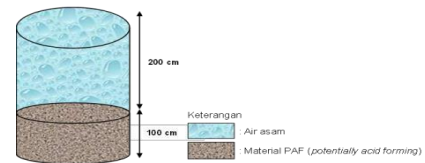
Disediakan 9 buah pipa PVC berdiameter 5 inci dengan panjang 2 meter sebanyak 3 buah, panjang 3 meter sebanyak 3 buah dan panjang 4 meter sebanyak 3 buah. Mengumpulkan material PAF dari areal pertambangan untuk diisi pada 9

buah pipa PVC dengan total volume pipa yang akan diisi $\pm 0,114 \text{ m}^3$ dan berat jenis material PAF 2.000 Kg/m^3 . Mengumpulkan air asam dari areal pertambangan untuk diisi pada 9 buah pipa PVC dengan total volume pipa yang akan diisi $\pm 0,228 \text{ m}^3$ dan berat jenis air 1.000 Kg/m^3 . Isi material PAF kedalam pipa PVC dengan tinggi material PAF yaitu 100 cm untuk desain percobaan pipa 1,2 dan 3. Isi air asam dari areal pertambangan yang telah dinetralkan hingga pH 8 kedalam pipa hingga penuh. Semua pipa didirikan, diletakkan diluar ruangan dan tidak ditutup (udara dapat masuk kedalam pipa). Setiap pipa diukur nilai pH-nya setiap hari selama 30 hari.

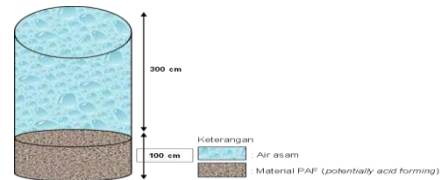
Desain Percobaan Pipa 1 (P1)



Desain Percobaan Pipa 2 (P2)



Desain Percobaan Pipa 3 (P3)



Dan dilakukan pengukuran ion Fe dengan serapan panjang gelombang 248,33 nm dalam SSA-nyala dan pengukuran ion Mn dengan serapan panjang gelombang 279,5 nm. Bila diperlukan lakukan pengenceran serta catat hasil pengukuran ion Fe dan ion Mn.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil percobaan kemudian dianalisis. Hasil pengukuran data kualitas air di analisis untuk masing-masing desain percobaan baik desain percobaan P1, P2 dan P3 dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan baku mutu Peraturan Daerah Propinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

PEMBAHASAN

Hasil Pengujian di Laboratorium dengan Metode Jar Tes

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dengan metode jar tes terhadap perlakuan pada air asam tambang diperoleh data pada tabel 1.

Penelitian pertama dilakukan variasi penambahan volume larutan kapur tohor untuk menetralkan air asam tambang antara lain dari

volume 1 mL hingga 6 mL. Hingga diperoleh volume 5 mL larutan kapur tohor yang dapat menetralkan sampel air asam dengan pH akhir mencapai pH 8.

Oleh sebab itu maka dilakukan jar tes kembali untuk mengukur nilai pH pada volume larutan 5 mL dengan metode jar tes terhadap perlakuan pada air asam tambang diperoleh data pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai pH Sampel pada Jar Tes Percobaan 1 terhadap Variasi Volume Larutan Kapur Tohor

Sampel	pH Awal	Volume Air Asam	Volume Kapur Tohor	pH
1	3,08	1.000 mL	1 mL	3,75
2	3,08	1.000 mL	2 mL	4,24
3	3,08	1.000 mL	3 mL	4,57
4	3,08	1.000 mL	4 mL	6,11
5	3,08	1.000 mL	5 mL	8,28
6	3,08	1.000 mL	6 mL	9,34

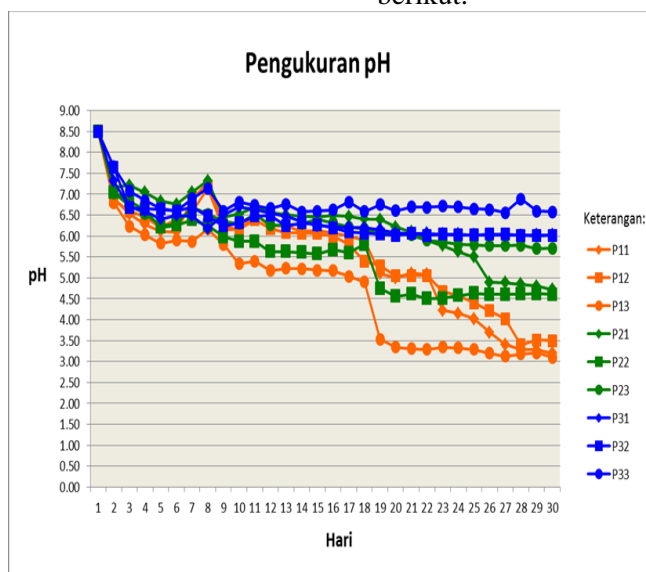
Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai pH Sampel pada Jar Tes Percobaan 2 terhadap Variasi Volume Larutan Kapur Tohor

Sampel	pH Awal	Volume Air Asam	Volume Kapur Tohor	pH
1	3,08	1.000 mL	5 mL	8,41
2	3,08	1.000 mL	5 mL	8,35
3	3,08	1.000 mL	5 mL	8,30

Pada penelitian diatas digunakan volume larutan kapur tohor dari volume 5 mL diperoleh nilai pH stabil yaitu diangka 8. Berdasarkan pembuatan larutan kapur tohor yaitu 50 gram kapur tohor untuk 1 Liter air maka dengan volume larutan yang digunakan 5 mL

diperoleh kebutuhan kapur tohor untuk 1 Liter air asam yaitu 0,25 gram.

Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran pH dilakukan setiap hari selama 30 hari untuk masing-masing perlakuan percobaan sehingga diperoleh gambar hasil pengukuran pH sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Hasil Pengukuran Sampel Berdasarkan Waktu Pengukuran terhadap Nilai pH

Tabel 3. Analisis Data Sidik Ragam pH berdasarkan F Hitung terhadap F Tabel

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F hitung	Nilai F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	95,03	11,88	11,73	1,98	2,59
Galat/Sisa	261	227,94	1,01			
Total	269	322,98	-			

Hasil analisa kadar ion Fe dan setelah dilakukan analisis data secara rancangan acak lengkap (RAL) maka diperoleh hasil bahwa $F_{hit} > F_{Tabel 1\%}$ yaitu $11,73 > 2,59$ maka variasi kedalaman air sangat berpengaruh terhadap nilai pH yang dipengaruhi oleh penetrasi oksigen untuk dapat bereaksi dengan material PAF membentuk air asam.

Oleh sebab itu maka semakin besar kedalaman air maka penetrasi oksigen semakin rendah untuk

dapat bereaksi dengan material PAF dan besar kedalaman agar pH air masih memenuhi baku mutu yaitu minimal 3 meter.

Hasil Kegiatan Eksperimen

Berdasarkan hasil kegiatan eksperimen kadar ion Fe pada air asam tambang yang telah diberi perlakuan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kadar Ion Fe berdasarkan Waktu Pengukuran terhadap Variasi Perlakuan Percobaan

Tgl.	Perlakuan (mg/L)								
	P1			P2			P3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20-3-16	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
04-4-16	1,43	1,43	1,42	1,43	1,43	1,41	1,41	1,40	1,40
18-4-16	1,60	1,61	1,60	1,53	1,53	1,52	1,41	1,41	1,42

Tabel 5. Analisis Data Sidik Ragam Ion Fe Berdasarkan F hitung Terhadap F Tabel

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F Hitung	Nilai F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	0,02	0,0029	6,54	2,51	3,71
Galat/Sisa	18	0,10	0,0004			
Total	26	0,12	-			

Hasil analisa kadar ion Fe dan setelah dilakukan analisis data secara rancangan acak lengkap (RAL) maka diperoleh bahwa $F_{Hit} > F_{Tabel 1\%}$ yaitu $5,54 > 3,71$ maka variasi kedalaman air sangat berpengaruh terhadap nilai Ion Fe.

Semakin rendah kedalaman air maka penetrasi oksigen semakin tinggi untuk dapat

bereaksi dengan material PAF yang dapat membentuk air asam sehingga pH menurun. Hal ini berpengaruh terhadap nilai ion Fe bahwa semakin asam dan pH rendah maka peningkatan ion Fe juga semakin besar.

Berdasarkan hasil kegiatan eksperimen kadar ion Mn pada air asam tambang yang telah diberi perlakuan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kadar Ion Mn berdasarkan Waktu Pengukuran terhadap Variasi Perlakuan Percobaan

Tgl.	Perlakuan (mg/L)								
	P1			P2			P3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20-3-16	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
04-4-16	0,55	0,55	0,53	0,55	0,56	0,54	0,52	0,53	0,53
18-4-16	0,60	0,61	0,61	0,57	0,56	0,56	0,54	0,55	0,53

Tabel 7. Analisis Data Sidik Ragam Ion Mn Berdasarkan F hitung Terhadap F Tabel

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F Hitung	Nilai F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	0,004	0,0005	3,88	2,51	3,71
Galat/Sisa	18	0,027	0,0001			
Total	26	0,031	-			

Hasil analisa kadar ion Fe dan setelah dilakukan analisis data secara rancangan acak lengkap (RAL) maka diperoleh bahwa $F_{hit} > F_{tabel}$ 1% yaitu $3,88 > 3,71$ maka variasi kedalaman air sangat berpengaruh terhadap nilai ion Mn.

Semakin rendah kedalaman air maka penetrasi oksigen semakin tinggi untuk dapat bereaksi dengan material PAF yang dapat membentuk air asam sehingga pH menurun. Hal ini berpengaruh terhadap nilai ion Mn bahwa semakin asam dan pH rendah maka pengikatan ion Mn juga semakin besar.

Dosis Penggunaan Kapur Tohor

Berdasarkan hasil jar tes yang dilakukan maka dosis kapur tohor yang paling optimal untuk menetralkan pH air asam dan nilai pH 3,06 menjadi pH 8 sebanyak 0,25 gram/L atau 250 gram/m³. Dalam hal ini dosis yang digunakan merupakan dosis optimal agar nilai pH berada pada batas aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pengaruh Variasi Kedalaman Air

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data rancangan acak lengkap maka perbedaan variasi kedalaman air terhadap material PAF dalam pembentukan air asam tambang sangat berpengaruh nyata untuk nilai pH, ion Fe maupun ion Mn dan berdasarkan hasil pengukuran maka kedalaman air yang efektif agar oksigen tidak dapat bereaksi dengan material PAF dalam pembentukan air asam pasca tambang yaitu minimal sedalam 3 meter.

Biaya Penggunaan Kapur Tohor

Estimasi volume air asam tambang pasca kegiatan pertambangan terbentuk di kedalaman hingga 3 meter yaitu sebesar 321.000 m³ maka digunakan kapur tohor sebanyak 80.250 Kg atau 80.25 ton (harga kapur tohor berkisar Rp. 3.000/Kg). Sehingga diperoleh kisaran Rp. 240.750.000 untuk penggunaan kapur tohor pasca kegiatan pertambangan atau dapat dikonversi menjadi Rp. 750/m³ untuk dapat menetralkan air asam tambang dalam kedalaman 3 m.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Dosis penggunaan kapur tohor yang efektif dalam menetralkan air asam tambang yaitu 0,25 g/L atau 250 g/m³ sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

Variasi kedalaman sangat berpengaruh terhadap nilai keasaman, ion Fe dan ion Mn. Kedalaman 3 meter sangat efektif dalam mencegah oksigen terkontak dengan PAF dalam membentuk air asam tambang.

Biaya penggunaan kapur tohor dalam menetralkan air asam tambang sedalam 3 meter yaitu Rp. 750/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Australia Government, 2007. Mengelola Drainase Asam dan Logam. Australia: Department of Industry Tourism and Resources.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 06-6989.27-2005. Air dan Air
- Limbah-Bagian 27: Cara Uji Kadar Padatan Terlarut Total Secara Gravimetri. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 6989.4:2009. Air dan Air
- Limbah-Bagian 4: Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 6989.5:2009. Air dan Air
- Limbah-Bagian 5: Cara Uji Mangan (Mn) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala. Jakarta.
- Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum, 2009. Acid Mine Drainage. Australia: Department of Mines and Petroleum.
- Ian Wark Research Institute dan Environmental Geochemistry International Pty Ltd, 2002. Protocol Booklet for Assessment of the Acid Forming Potential of Mine Waste

- Materials. Australia: AMIRA International Limited.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor. 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah dari Kegiatan Pertambangan Batubara.
- Nalco Energy Chemical Company. The Nalco Water Handbook, 2nd Edition.
- Nurisman, Enggal et al. 2012. "Studi Terhadap Dosis Penggunaan Kapur Tohor (CaO) Pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang Pada Kolam Pengendap Lumpur Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk." Jurnal Teknik Patra Akademika Edisi 5, Juli, 2012.
- Peraturan Daerah Propinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang.
- PT. Indominco Mandiri, 2014. Update AMD Model Pit 19D Blok Timur PT. Indominco Mandiri.
- PT. Kaltim Prima Coal, 2008. Penanganan Air Asam Tambang (AAT) Secara Terintegrasi di PT. Kaltim Prima Coal.
- Puslitbang Pemukiman, 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982), Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Bandung.
- Suganda, Husein et al. 2002. Petunjuk Pengambilan Contoh Tanah. Jakarta: Balittanah.
- Suhaemi, Zasmeli. 2011. Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan. Padang: Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa
- Undang-Undang Nomor 04 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Widuri, Septina Asih. 2013. "Mengenal Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage)" Swara Samboja. Vol. II No. 2 Tahun 2013. pp. 13-16.