

ANALISIS EFEKTIFITAS MASA PAKAI ADSORBEN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN PENYERAP KADAR LOGAM Fe PADA AIR ASAM STOCKPILE BATUBARA PT. SARANA AGRA GEMILANG KSO PT. SEMEN KUPANG

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF ZEOLITE ADSORBEN AS A MATERIAL ABSORPTION MATERIAL OF Fe METAL IN COAL STOCKPILE ACID PT. SARANA AGRA GEMILANG KSO PT. CEMENT KUPANG

Bagus Putra Mahardika¹⁾ dan Abdul Rauf²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Magister Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta

²⁾Dosen Jurusan Magister Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta

Email: bagus.putra.bpm@gmail.com dan abdulrauf_nuke@yahoo.co.id

Abstrak

PT. SAG KSO PT. Semen Kupang merupakan salah satu pabrik semen yang ada di Indonesia. PT. SAG KSO PT. Semen Kupang memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, tentu saja banyak bersinggungan dengan masalah-masalah yang berdampak terhadap udara maupun badan air disekitarnya. *Stockpile* batubara PT. SAG KSO PT. Semen Kupang terletak pada area terbuka sehingga dapat memicu terbentuknya air asam tambang dengan cepat. Air Asam Tambang merupakan air yang bersifat asam dengan pH yang rendah 2 - 6 yang terbentuk saat mineral sulfida yang ada pada batuan terpapar dengan kondisi dimana terdapat air dan oksigen yang menyebabkan proses oksidasi dengan bantuan bakteri *Thiobacillus ferroxidans* dan menghasilkan air dengan kondisi asam. Pengolahan air asam berguna untuk menurunkan kadar logam agar memenuhi standar kualitas lingkungan sebelum air tersebut dibuang ke lingkungan bebas. Pengolahan air asam dari *stockpile* batubara bisa dilakukan dengan cara aktif, yaitu penetralan pada air asam tersebut. Dalam penelitian ini pengolahannya menggunakan adsorben zeolit untuk menyerap kadar logam Fe pada air asam dari *stockpile* batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas masa pakai adsorben zeolit untuk menurunkan kadar logam Fe pada air asam dari *stockpile* batubara. Metode yang digunakan adalah metode analisis laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, penggunaan zeolit dapat menurunkan kadar logam Fe dari 1,529 mg/l menjadi 0,147 mg/l dan masa pakai adsorben zeolit dapat digunakan secara optimum sebanyak 8 kali pemakaian hingga mencapai batas nilai standar baku mutu lingkungan yang telah ditentukan keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/SK/VII/2002 yaitu sebesar 0,30 mg/l.

Kata kunci : air asam, Fe, zeolit,, kadar logam Fe pada air

Abstract

*PT. SAG KSO PT. Semen Kupang is one of the cement factories in Indonesia. PT. SAG KSO PT. Semen Kupang utilizes coal as fuel for electricity generation. In its use as fuel, of course there are many issues related to the impact on the air and water bodies around it. Coal stockpile PT. SAG KSO PT. Semen Kupang is located in an open area so that it can trigger the formation of acid mine drainage quickly. Acidic Mine Water is acidic water with a low pH of 2 - 6 that is formed when sulfide minerals present in rocks are exposed to conditions where there is water and oxygen that cause oxidation processes with the help of the bacterium *Thiobacillus ferroxidans* and produce water with acidic conditions. Acid water treatment is useful to reduce levels of metals to meet environmental quality standards before the water is discharged into the free environment. Acid water treatment from coal stockpiles can be done in an active way, namely neutralizing the acidic water. In this research, the processing uses zeolite adsorbents to absorb Fe metal content in acidic water from coal stockpiles. This study aims to determine the effectiveness of the zeolite adsorbent for reducing levels of Fe metal in acidic water from coal stockpiles. The method used is a laboratory analysis method. Based on the results of laboratory tests, the use of zeolite can reduce Fe metal content from 1.529 mg / l to 0.147 mg / l and the life span of zeolite adsorbents can be used optimally as many as 8 times of usage until it reaches the limit of environmental quality standards determined by the decision of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 907 / Menkes / SK / VII / 2002 which is equal to 0.30 mg / l.*

Keywords: acidic water, Fe, zeolite, Fe metal content in water

PENDAHULUAN

PT. Sarana Agra Gemilang Kerja Sama Operasi PT. Semen Kupang merupakan salah satu pabrik semen yang ada di Indonesia. PT. SAG KSO PT. Semen Kupang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, tentu saja banyak bersinggungan dengan masalah-masalah yang berdampak terhadap udara maupun badan air disekitarnya.

Dalam kaitannya dengan masalah yang berdampak terhadap badan air, air asam merupakan salah satu masalah utama yang paling sering dijumpai. Air asam di PT. SAG KSO PT. Semen Kupang berasal dari area *stockpile* batubara.

Air asam merupakan air yang mempunyai sifat asam yang mempunyai pH yang rendah 2 – 6 yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. Air asam terbentuk dari hasil oksidasi batuan yang mengandung pirit (FeS_2) dan mineral sulfida dari sisa batuan yang terpapar oleh oksigen di udara pada lingkungan berair. Air asam batuan juga mengandung logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan senyawa sulfat. Kesalahan dalam pemantauan, pengumpulan dan pengolahan air asam tambang dapat menyebabkan kontaminasi terhadap air tanah dan air permukaan yang berdampak kepada lingkungan.

Pengolahan air asam berguna untuk menurunkan kadar logam agar memenuhi standar kualitas lingkungan sebelum air tersebut dibuang ke lingkungan bebas. Adsorpsi merupakan proses pengikatan molekul dalam suatu fluida baik itu cair maupun gas ke permukaan porus benda padat. Proses adsorpsi biasanya dilakukan dengan mengontakan larutan atau gas dengan padatan, sehingga sebagian komponen larutan atau gas diserap pada permukaan porus padatan, akibatnya akan mengubah komposisi larutan tersebut.

Bahan yang dipakai untuk melakukan proses adsorpsi dinamakan adsorben. Adsorben yang biasa digunakan adalah zeolit. Zeolit merupakan material yang memiliki bentuk kristal sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan kesegala arah dan menjadikan luas permukaan zeolit sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben. Zeolit juga merupakan senyawa alumino silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia mempunyai kemampuan sebagai bahan penyerap (*adsropsi*), penukar kation dan katalis. Oleh sebab itu, limbah cair yang mengandung logam berat seperti Fe dapat diolah dengan menggunakan zeolit.

Sebagai bahan penyerapan kadar logam Fe pada air asam, zeolit mempunyai batas masa pakai, atau dengan kata lain pada saat tertentu zeolit tidak mampu lagi untuk menyerap logam Fe pada air secara optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikerjakan dalam dua tahapan yaitu proses penurunan kadar logam Fe terlarut pada air asam batubara PT. Sarana Agra Gemilang KSO PT. Semen Kupang dan waktu optimasi pemakaian adsorben dalam penyerapan kadar logam Fe.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat

- 1) pH meter
- 2) Stirer
- 3) Desikator
- 4) *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)
- 5) Neraca Analitik
- 6) Gelas *beaker* 1000 ml
- 7) Gelas *beaker* 100 ml
- 8) *Stopwatch*
- 9) Batang Pengaduk Kaca
- 10) Corong Gelas dan Kertas Saringan
- 11) *Mortal* dan *Pastle*
- 12) Kamera Digital

Bahan

- 1) Sampel air asam dari *stockpile* batubara PT. Sarana Agra Gemilang KSO PT. Semen Kupang.
- 2) Zeolit alam

Cara Kerja Pengujian

Air Asam dari *Stockpile* Batubara

Air asam diambil dari *stockpile* batubara. Air asam batubara tersebut kemudian dibawa ke Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian UNDANA untuk diukur kadar logam Fe terlarut awal menggunakan AAS.

Pengukuran Waktu Kontak Optimasi Penurunan Kadar Logam Fe Terlarut oleh Zeolit

- 1) Menyiapkan alat dan bahan.
- 2) Mengambil sampel air asam.
- 3) Mengukur volume sampel air asam 50 ml dengan gelas ukur.
- 4) Mengukur kadar Fe awal air asam.
- 5) Menimbang zeolit alam sebanyak 0,50 gram.

- 6) Setelah penambahan zeolit alam dilakukan pengadukan selama 60 menit, kemudian air tersebut disaring untuk diukur kadar logam Fe dengan menggunakan SSA.
- 7) Lakukan hal yang sama seperti langkah ke-3 dengan menggunakan ampas/sisa zeolit dari hasil saringan pertama. Hal ini dilakukan terus menerus sampai zeolit mencapai pemakaian optimal.
- 8) Pemakaian zeolit hingga mencapai efektifitas masa pakai ditandai dengan nilai kadar Fe yang sudah melebihi nilai kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam Fe dalam air sebesar 0,30 mg/l, sehingga zeolit tersebut harus diganti dan digunakan zeolit yang baru.

PEMBAHASAN

Keadaan Awal Air dari Stockpile Batubara

Air asam pada *stockpile* batubara PT. SAG KSO PT. Semen Kupang dihasilkan karena adanya timbunan batubara yang terletak pada area terbuka sehingga terjadi kontak langsung antara mineral pengotor yang terkandung dalam batubara berupa mineral sulfida (pirit dan markasit) dengan udara bebas, yang selanjutnya terjadi pelarutan karena adanya air hujan. Air yang dihasilkan dari *stockpile* batubara berwarna kuning kecoklatan, keruh dan baunya seperti besi berkarat. Berdasarkan pengujian laboratorium, diketahui bahwa tingkat keasaman (pH) awal air dari *stockpile* batubara yaitu 5,36 dan kandungan besi (Fe) dalam air tersebut adalah 1,529 mg/l. Bila air tersebut langsung dibuang ke lingkungan maka akan mencemari lingkungan baik air, tanah maupun udara.



Gambar 1. Keadaan Awal Air Asam dari *Stockpile* Batubara

Proses Penyerapan Kadar Logam Fe pada Air Asam dari Stockpile Batubara menggunakan Adsorben Zeolit

Kandungan awal Fe pada sampel air yang diambil dari *stockpile* batubara adalah 1,529 mg/l, seperti yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penurunan Kadar Logam Fe menggunakan Zeolit

Jenis Sampel	Air dari <i>stockpile</i> Batubara	Air Perlakuan Zeolit
Kandungan Fe (mg/l)	1,529	0,147

Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/SK/VII/ 2002, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam Fe sebesar 0,3 mg/l. Dari keputusan Menteri Kesehatan tersebut, maka air yang dihasilkan dari *stockpile* batubara yang mengandung Fe sebesar 1,529 mg/l berbahaya bagi lingkungan. Oleh Karena itu, sebelum air tersebut dialirkan ke lingkungan maka harus dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar logam Fe agar sesuai dengan standar kualitas air yang telah ditentukan dan layak untuk dikonsumsi.

Pada sampel 50 ml air asam dengan kandungan logam Fe 1,529 mg/l ditambahkan zeolit alam sebanyak 0,50 gram. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *stirer* selama 60 menit. Air dari hasil perlakuan tersebut kemudian disaring untuk mengukur kadar logam Fe-nya. Dengan perlakuan tersebut maka kadar logam Fe menurun menjadi 0,147 mg/l (lihat Tabel 1).

Zeolit merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak dan mempunyai kemampuan sebagai penyerap. Keberadaan kristal aluminosilika yang mempunyai struktur berongga atau berporus dan mempunyai sisi aktif yang bermuatan negatif yang mengikat secara lemah kation penyeimbang muatan. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation-kation pada air, seperti logam Fe. Sehingga logam Fe yang terkandung dalam air asam akan menempati porus-porus pada zeolit dan konsentrasi logam Fe dalam air asam akan menjadi berkurang.



Gambar 2. Proses pengadukan perlakuan air asam dengan zeolit

Penurunan kadar logam Fe pada air asam dari 1,529 mg/l menjadi 0,147 mg/l dengan perlakuan penambahan zeolit. Dengan adanya perlakuan penambahan zeolit membuat air asam sudah memenuhi nilai standar baku mutu lingkungan yang telah ditentukan keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/SK/VII/2002, seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Perubahan air hasil perlakuan zeolit

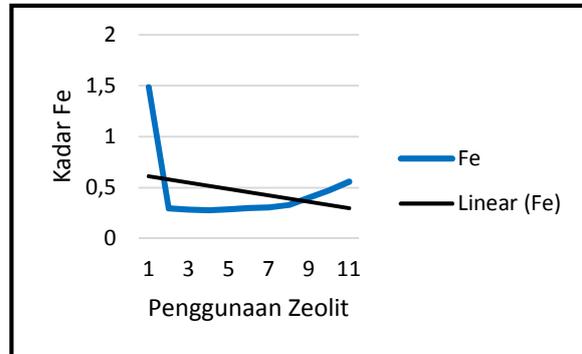
Optimalisasi Kemampuan Zeolit dalam Menyerap Kadar Logam Fe

Setelah perlakuan pertama tadi, kemudian ampas adsorben zeolit yang telah disaring tersebut digunakan kembali untuk sampel air asam kedua dan seterusnya hingga nilai kadar logam Fe pada air asam menjadi naik melebihi nilai kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam Fe sebesar 0,30 mg/l. Dan dalam pengujian kemampuan zeolit dalam menyerap kadar logam Fe pada air asam dapat dilihat bahwa penggunaan zeolit yang ke 9 hingga ke 10 nilai kadar logam Fe melebihi kadar yang telah ditentukan yaitu >0,30 mg/l (lihat Tabel 2). Hal ini membuktikan bahwa zeolit yang berfungsi sebagai penyerap (adsorben) dapat mencapai efektifitas masa pakai. Sehingga zeolit hanya mampu dipakai sebanyak 8 kali pemakaian.

Tabel 2. Hasil Penurunan Kadar Logam Fe menggunakan Zeolit

Jenis Sampel (Air Perlakuan ke -)	Kandungan Fe (mg/l)	
	Air dari <i>stockpile</i> Batubara	Air Perlakuan Zeolit
1	1,529	0,147
2	1,529	0.163
3	1,529	0.179

4	1,529	0.192
5	1,529	0.217
6	1,529	0.245
7	1,529	0.261
8	1,529	0.287
9	1,529	0.342
10	1,529	0.390



Grafik 1. Pengaruh penggunaan zeolit dalam menyerap kadar logam Fe

KESIMPULAN

1. Proses penyerapan kadar logam Fe pada air asam *stockpile* batubara di PT. SAG KSO PT. Semen Kupang dengan menggunakan adsorben zeolit yaitu, pada air asam yang berasal dari *stockpile* batubara yang ditambahkan dengan zeolit alam. Diketahui bahwa zeolit merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak dan mempunyai kemampuan sebagai penyerap. Keberadaan kristal aluminosilika yang mempunyai struktur berongga atau berporus dan mempunyai sisi aktif yang bermuatan negatif yang mengikat secara lemah kation penyeimbang muatan. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation-kation pada air, seperti logam Fe.
2. Pada penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap (adsorben) pada air asam batubara di PT. SAG KSO PT. Semen Kupang yaitu pada sampel 50 ml air asam dengan kandungan logam Fe 1,529 mg/l ditambahkan zeolit alam sebanyak 0,50 gram. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *stirer* selama 60 menit. Air dari hasil perlakuan tersebut kemudian disaring untuk mengukur kadar logam Fe-nya. Dengan perlakuan tersebut maka kadar logam Fe menurun menjadi 0,147 mg/l
3. Efektivitas masa pakai zeolit sebagai bahan penyerap (adsorben) pada air asam batubara di PT. SAG KSO PT. Semen Kupang yaitu, zeolit hanya mampu digunakan sebanyak 8 kali pemakaian. Dan pada penggunaan zeolit yang ke 9 hingga ke 10 nilai kadar logam Fe melebihi

kadar yang telah ditentukan oleh keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/SK/VII/ 2002 yaitu >0,30 mg/l. Hal ini membuktikan bahwa zeolit yang berfungsi sebagai bahan penyerap (adsorben) mempunyai batas masa pakai, atau dengan kata lain pada saat tertentu zeolit tidak mampu lagi untuk menyerap logam Fe pada air secara optimal.

SARAN

Dari kesimpulan diatas maka penulis dapat menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu diperhatikan masa penggunaan adsorben zeolit sebagai bahan penyerap kadar logam Fe pada air asam dari *stockpile* batubara agar dapat diganti pada waktu yang tepat sesuai dengan waktu efektifitas pemakaiannya.
2. Perusahaan perlu membuat kolam pengendapan (*settling pond*) untuk menampung air asam yang berasal dari *stockpile* batubara agar mudah dalam pengolahan air asam batubara tersebut sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hakim M, Adhi Wibowo, Dadang Zainal Hasyim, Toni Toha Afandi, Marsen Alimano, Sidiq Suwondo, Ratnaningsih. 2009. **Penelitian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Tambang Batubara Terbuka di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan**. PUSLITBANG Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Arifin, M. Dan Komarudin. 1999. **Zeolit**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Darmono, B. 1995. **Lingkungan Hidup dan Pencemaran**. UI Press. Jakarta.
- Daulay Bukin, Datin Fatia Umar, Slamet Suprpto, Soemaryono, Nining Sudini Ningrum, Miftahul Huda, Suganal, Ika Monika, Ikin Sodikin, Gandhi Kurnia Hudaya, Nurhadi, Wahid Supriatna. 2012. **Teknologi Pemanfaatan Batubara Indonesia**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Demchuk Thomas D. 1992. **Epigenetic pyrite in a low-sulphur, sub-bituminous coal from the central Alberta Plains**. International Journal of Coal Geology.
- Endang Widjajanti Laksono. 2006. **Kajian Penggunaan Adsorben Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil**. Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Firman Gunawan, Yan Lepong, Hieronimus Indra, Muhammad Sonny Abfertawan. 2014. **Penerapan Metode Active Dan Pasive Treatment Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Site Lari**. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Gautama Rudy Sayoga. 2012. **Pengolahan Air Asam Tambang**. Penerbit ITB, Bandung.
- Harini, B. Dwiastuti, R., Wijayanto, L.W. 2012. **Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel Untuk Mengukur Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (Curcuma domestica)**. Jurnal Sains Kimia.
- Heraldy. E. Hisyam SW. dan Sulistiyono. 2003. **Characterization and Activation of Natural Zeolite from Ponorogo Indonesian**. Bandung.
- Kadafuk Gredy. 2017. **Efektivitas Pengujian Adsorben Bentonit Teraktivasi dan Adsorben Zeolit Teraktivasi Dalam Menurunkan Kadar Logam Fe Pada Air Asam Stockpile Batubara PT. Sarana Agra Gemilang KSO PT. Semen Kupang**. Skripsi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI. 2002. **Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air**. Jakarta.
- Khoirul Wahyu Wahidatun. 2014. **Adsorpsi Logam Cr Dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat**. Yogyakarta
- Mackowsky, Taylor G.H, Teichmuller M, Davis A, Diessel C.F.K, Littke R, Robert P. 1998. **Organic Petrology**. Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Metboki, Matilda. 2016. **Analisis Masa Pakai Kapur (CaCO₃) dan Zeolit Alam Sebagai Bahan Penetral Air Asam dan Penyerap Kadar Logam Fe Pada Kolam Pengendapan (Settling Pond) PT. SAG KSO PT. Semen Kupang**. Skripsi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

- Muchjidin. 2006. **Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara.** Penerbit ITB, Bandung.
- Mustain. 1997. **Konversi Zeolit Alam Menjadi ZSM-5.** Tesis Magister Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- R. Andy Erwin Wijaya. 2009. **Sistem Pengolahan Air Asam Tambang Pada Water Pond dan Aplikasi Model Encapsulation In-Pit Disposal, Pada Waste Dump Tambang Batubara.** Teknik Pertambangan, STTNAS Yogyakarta.
- Supeno M. dan Sembiring S. B. 2007. **Bentonit Alam Terpilar Sebagai Material Katalis/Co-katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen dari Air.** Medan.
- Watzlaf, G. R., Schroeder, K.T., and C. L. Kairies. 2004. **Modeling of Iron Oxidation in a Passive Treatment System.** Proceedings of the 2004 National Meeting of the American Society for Surface Mining and Reclamation. Albuquerque.
- Werner Stumm, James J. Morgan. 1981. **Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria And Rates In Natural Water.** Canada.