

Analisis Masa Pakai Kapur (CaCO_3) dan Zeolit Alam Sebagai Bahan Penetral Air Asam dan Penyerap Kadar Logam Fe pada Kolam Pengendapan (*Settling Pond*) PT.SAG KSO PT.Semen Kupang

Matilda Metboki¹, Penulis Kedua², Yohana Lake³

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta
Korespondensi : tildametboki@gmail.com

ABSTRAK

Batubara merupakan salah satu bahan bakar disamping minyak dan gas bumi dan panas bumi. Dalam pemanfaatannya, PT. SAG KSO PT. Semen Kupang memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar. *Stockpile* batubara PT. SAG KSO PT. Semen Kupang terletak pada area terbuka sehingga dapat memicu terbentuknya air asam tambang yang cepat. Air asam tambang (AAT) merupakan air tambang dengan pH rendah (1-5) yang berasal dari oksidasi pirit yang mengandung sulfida dengan air dan udara sehingga menghasilkan asam sulfida (H_2SO_4) yang mengandung sulfat bebas. Penanganan air asam tambang bisa dilakukan dengan cara aktif yaitu penetralan pada kolam pengendapan (*settling pond*). Dalam pengolahannya digunakan kapur (CaCO_3) untuk menaikkan pH air dan zeolit alam untuk menurunkan kadar logam Fe air pada kolam pengendapan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa pakai kapur (CaCO_3) untuk menaikkan pH air dan masa pakai zeolit untuk menurunkan kadar logam Fe air pada kolam pengendapan (*settling pond*). Metode yang digunakan adalah metode analisis laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium masa pakai kapur (CaCO_3) dapat digunakan sebanyak 6 kali penggunaan untuk mencapai pH konstan 8,53 dari pH awal 5,98. Sedangkan masa pakai zeolit alam untuk penurunan kadar Fe dari 1,572 mg/l menjadi 0,164 mg/l yaitu dengan jumlah penggunaan sebanyak 9 kali perulangan, untuk mencapai kadar Fe konstan terendah.

Kata kunci: air asam, Fe, kapur (CaCO_3), kolam pengendapan, pH, zeolit

ABSTRACT

Coal is one of fuel substance besides oil and natural gas and also warming earth. In the benefits, PT. SAG KSO PT Semen Kupang applying the coal as a fuel substance. Coal Stockpile PT.SAG KSO PT Semen Kupang is located in public area, so it can hammer shaped of quick Acid Mine Drainage. The Acid Mine Drainage (AMD) is the water mine with low pH (1-5) from the pirit oxidation that contains of sulphide with air and water it can produce sulphide acid (H_2SO_4) its contain free sulphate. Handling of the Acid Mine Drainage can be do it by the active ways is neutralization in settling pond. In processing applied calcium (CaCO_3) for to go upward ph water and natural zeolit to go down content metal Fe water in Settling Pond. The aimed of this research it's to knowing about period of the calcium applied (CaCO_3) to go upward, water pH and period of zeolit to go down content metal Fe water in Settling Pond. The method that will be used in this research is analysis laboratory. Based on the result of laboratorial experiments, period of the calcium applied (CaCO_3) can apply in 6 times to reached pH constant 8, 53 from pH initial 5, 98. While a period of natural zeolit for to go down content Fe from 1, 572 mg/l can be 0, 164 mg/l it is a total of applied as 9 times repeating, to reached contain Fe low constant.

Keyword : Acid Mine Drainage, Fe, Calcium (CaCO_3), Settling Pond, pH, Zeolit.

1. PENDAHULUAN

Pembakaran batu bara secara langsung adalah cara paling mudah dalam pemanfaatan batu bara guba menghasilkan panas untuk proses pada industri maupun pembangkit listrik. Salah satu perusahaan industri yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar yaitu PT. Sarana Agra Gemilang Kerja Sama Operasi PT. Semen Kupang. *Stockpile* batu bara PT. SAG KSO PT. Semen Kupang ini berada di area terbuka sehingga dapat memicu terbentuknya air asam tambang. Air asam tambang adalah jenis air yang dihasilkan dari proses pelarutan, dispersi dan difusi pada air, akibat melalui suatu sumber kontaminan. Pembentukan air asam tambang juga dimungkinkan karena tersedianya mineral sulfida (sumber sulfur/asam), oksigen (dalam udara) sebagai pengoksidasi dan air (pencuci hasil oksida). Terbentuknya air asam tambang ditandai dengan pH yang rendah (1,5 – 6), konsentrasi logam terlarut yang tinggi, nilai acidity yang tinggi, nilai sulfat yang tinggi dan konsentrasi oksigen yang rendah.

Bahan galian kapur (CaCO_3) dan zeolit alam merupakan bahan galian yang diketahui dapat digunakan sebagai bahan pengolahan air asam pada kolam pengendapan (*settling pond*). Dimana, kapur (CaCO_3) berfungsi sebagai penjernih air dan penetral pH air, sedangkan zeolit alam berfungsi sebagai penurun kadar logam khususnya Fe (besi) pada air.

Sebagai bahan pengolah pada kolam pengendapan, kapur (CaCO_3) dan zeolit alam tentu saja mempunyai batas kejenuhan, atau dengan kata lain pada saat tertentu kapur (CaCO_3) dan zeolit alam tidak mampu lagi untuk menjernihkan air, menetralkan pH air serta menyerap logam Fe pada air.

Oleh sebab itu, perlu diperhatikannya permasalahan dalam mengetahui waktu optimasi penggunaan kapur (CaCO_3) dan zeolit alam sebagai bahan penetral air asam dan penyerap kadar logam Fe pada kolam pengendapan (*settling pond*).

1.1 Air Asam Tambang

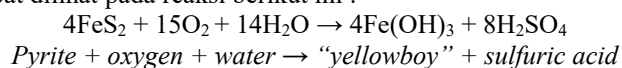
Air Asam Tambang – AAT (*acid mine drainage – AMD*) atau air asam batuan (*acid rock drainage – ARD*) adalah air yang bersifat asam (tingkat keasaman yang tinggi dan sering ditandai dengan nilai pH yang rendah dibawah 5) sebagai hasil dari oksidasi mineral sulfida yang terpajan atau terdedah (*exposed*) diudara dengan kehadiran air. Dengan kata lain, air asam tambang adalah jenis air yang dihasilkan dari proses pelarutan, dispersi dan difusi, pada air akibat melalui suatu sumber kontaminan. Air yang jatuh pada sumber kontaminan, baik air permukaan maupun air tanah, akan dapat menghasilkan air asam tambang.



Gambar 1. contoh Air Asam Tambang

Pirit (FeS_2) merupakan mineral sulfida (sumber kontaminan) yang hadir di hampir semua penambangan, jenis endapan, atau bahan galian apapun. Sebagai penyebab umum air asam tambang, sulfida yang berpotensi untuk membentuk air asam tambang ini memang sudah terdapat dalam batuan perut bumi. Oleh karena dengan adanya penambangan, maka mineral sulfida tersebut terpajan atau terdedah (*exposed*) diudara dan dengan adanya air (air hujan/air tanah) maka terbentuklah air asam tambang.

Air asam tambang yang terjadi sebagai hasil dari oksidasi mineral sulfida yang terpapar diudara dengan kehadiran air, dapat dilihat pada reaksi berikut ini :



Gambar 2. Pembentukan Air Asam Tambang

1.2 Dampak Air Asam Tambang Terhadap Lingkungan

Dampak lingkungan yang dapat ditimbulkan yaitu dampak terhadap badan air, terutama dari aspek kualitas air. Apabila air asam tambang yang telah terbentuk dialirkan langsung ke sungai atau laut, maka dapat menimbulkan dampak buruk terhadap biota perairan, baik secara langsung karena tingkat keasaman yang tinggi maupun karena peningkatan kandungan logam di dalam air (air yang bersifat asam mudah melarutkan logam-

logam). Disamping itu, kualitas air yang telah terkontaminasi dengan air asam tambang dapat mengganggu kesehatan manusia.

1.3 Pengelolaan Air Asam Tambang

Air asam tambang yang tidak dapat dicegah pembentukannya bersumber dari *mine pit*, pengotor hasil pencucian batubara, dan *stockpile* batubara. Air asam tambang yang sudah terbentuk ini akan sangat sulit untuk menghentikannya, oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan air asam sebelum dibuang ke perairan umum, sehingga tidak mencemari perairan disekitar lokasi penambangan atau lokasi penimbunan batubara. Berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batu bara, disebutkan bahwa air limbah yang berasal dari kegiatan penambangan dan air limbah yang berasal dari kegiatan pengolahan/pencucian harus dikelola dengan pengendapan sebelum dibuang ke air permukaan dan air yang dibuang harus memenuhi baku mutu yang ditetapkan, *Harry Cristanto, 2010 (Pemilihan Kolam Pengendapan di Daerah Tambang)*.

Pengolahan air asam tambang dapat digolongkan menjadi pengolahan aktif (*active treatment*) dan pengolahan pasif (*passive treatment*). Pengolahan aktif (*active treatment*) dapat dilakukan dengan cara penetralan. Sedangkan pengolahan pasif (*passive treatment*) merupakan proses pengolahan yang tidak memerlukan intervensi, operasi atau perawatan oleh manusia secara reguler. Sistem ini memanfaatkan sumber energi yang tersedia secara alami seperti gradien topografi, energi metabolisme mikroba, fotosintesis dan energi kimia dan membutuhkan perawatan secara reguler tetapi jarang untuk beroperasi sepanjang umur rancangannya (Puller et al, 2004, dalam GARD Guide, 2009). Namun, pada umumnya proses pengolahan air asam yang dilakukan yaitu dengan cara penetralan (pengolahan aktif).

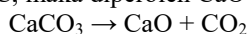
Penetralan air asam dapat menggunakan kapur CaCO_3 . Kapur CaCO_3 telah digunakan selama berpuluh-puluh tahun untuk menaikkan pH dan mengendapkan logam dalam air asam. Penggunaan kapur CaCO_3 merupakan penanganan yang termurah, teraman, dan termudah dari semua bahan-bahan kimia.

Selain itu, dalam pengolahan air asam tambang secara aktif juga diperlukan zeolit alam sebagai penyerap (*adsorpsi*) logam berat dalam air. Zeolit alam merupakan senyawa alumino-silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia mempunyai kemampuan sebagai bahan penyerap (*adsorpsi*), penukar kation dan katalis. Oleh sebab itu, limbah cair yang mengandung logam berat Fe dan Mn dapat diolah dengan menggunakan zeolit alam.

1.4 Batu Gamping

Batu gamping ialah batuan sedimen yang mengandung bahan kalsium karbonat, yang lazimnya dalam bentuk mineral kalsit (CaCO_3) dengan/tanpa magnesium karbonat. Batu kapur mempunyai berbagai kegunaan berdasarkan kepada sifat-sifat fisikal maupun kimia atau kedua-dua sekaligus. Salah satu kegunaannya yaitu untuk meningkatkan pH secara praktis, murah dan aman sekaligus dapat mengurangi kandungan-kandungan logam berat yang terkandung dalam air asam tambang.

Batu gamping pada umumnya ditemukan berwarna putih, putih kekuningan, abu - abu hingga hitam. Pembentukan warna ini tergantung kondisi di mana batuan tersebut terbentuk. Berat jenisnya berkisar antara 2,7 – 2,8, yang dalam keadaan murni berbentuk sebagai kristal-kristal kalsit (CaCO_3). Jika pembakaran batu gamping dilakukan pada suhu sekitar 900°C , maka diperoleh CaO dengan reaksi sebagai berikut :



CaO yang dihasilkan ini akan cepat bereaksi dengan air dan langsung dapat menetralkan larutan yang asam.

1.5 Zeolit Alam

Zeolit alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus dan bersifat riolitid dengan air pori atau air meteorik. Zeolit alam merupakan senyawa alumino-silikat terhidrasi, dengan unsur utama terdiri dari kation alkali dan alkali tanah.

Sifat umum zeolit alam antara lain mempunyai susunan kristal yang agak lunak, berat jenis antara 2 – 2,4, berwarna kehijauan, putih dan coklat, dapat digunakan sebagai penukar kation, penyerap dan katalis.

Penggunaan zeolit pada umumnya didasarkan pada sifat-sifat kimia dan fisika zeolit, seperti penyerap. Proses penyerapan adalah proses ikatan suatu molekul atau unsur pada permukaan unsur lain. Penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap karena :

- Zeolit bersifat selektif dan mempunyai kapasitas tukar kation cukup tinggi
- Zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan bentuk struktur kristal zeolit.
- Zeolit mempunyai rongga-rongga sehingga mampu menyerap logam organik dan lain-lain.

1.6 Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)

Kolam pengendapan (*settling pond*) adalah suatu daerah yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum. Sedangkan kolam pengendapan (*settling pond*) untuk daerah penambangan, adalah kolam yang dibuat untuk menampung dan mengendapkan

air limpasan yang berasal dari daerah penambangan maupun daerah sekitar penambangan. Nantinya air tersebut akan dibuang menuju tempat penampungan air umum seperti sungai, maupun danau.

Kolam pengendapan (*settling pond*) berfungsi untuk mengendapkan lumpur-lumpur, atau material padatan yang bercampur dengan air limpasan yang disebabkan adanya aktivitas penambangan maupun karena erosi. Disamping tempat pengendapan, kolam pengendapan (*settling pond*) juga dapat berfungsi sebagai tempat pengontrol kualitas air dari air yang akan dialirkan keluar kolam pengendapan, baik itu kandungan materialnya, tingkat keasaman ataupun kandungan material lain yang dapat membahayakan lingkungan. Dengan adanya kolam pengendapan diharapkan semua air yang akan dialirkan keluar ke perairan benar-benar air yang sudah memenuhi ambang batas sesuai dengan baku mutu lingkungan.

Berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara, disebutkan bahwa air limbah yang berasal dari kegiatan penambangan dan air limbah yang berasal dari kegiatan pengolahan/pencucian harus dikelola dengan pengendapan sebelum dibuang ke air permukaan dan air yang dibuang harus memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH		6 – 9
Besi (Fe) total	mg/L	7
Mangan (Mn) total	mg/L	4

Bentuk kolam pengendapan umumnya hanya digambarkan secara sederhana, yaitu berupa kolam berbentuk empat persegi panjang, tetapi sebenarnya bentuk tersebut dapat bermacam-macam, disesuaikan dengan keperluan dan keadaan lapangannya. Meskipun bentuknya dapat bermacam-macam, namun pada setiap kolam pengendapan akan selalu mempunyai empat zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan.

1. Zona masukan (*Inlet*)
Merupakan tempat masuknya air lumpur kedalam kolam pengendapan (*settling pond*) dengan anggapan bahwa campuran antara padatan dan cairan yang masuk terdistribusi secara merata.
2. Zona pengendapan (*Settlement Zone*)
Merupakan tempat dimana partikel padatan akan mengendap.
3. Zona endapan lumpur (*Sediment*)
Tempat dimana partikel padatan dalam cairan (lumpur) mengalami sedimentasi dan terkumpul pada bagian bawah saluran pengendap.
4. Zona keluaran (*Outlet*)
Merupakan tempat keluarnya buangan cairan yang bersih, zona ini terletak pada akhir saluran.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengolahan dan Analisis Data

Tahapan pengolahan data yaitu dengan cara deskriptif kuantitatif, yakni mengevaluasi parameter penilaian berdasarkan standar baku mutu air limbah

2.2 Mengukur Waktu Optimasi Penetralkan dengan Kapur (CaCO_3)

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Mengambil sampel air asam
3. Mengukur pH awal air asam
4. Timbang kapur (CaCO_3) yang telah dihaluskan dengan ukuran 200 mesh sebanyak 10 gram
5. Mengukur volume sampel air asam sebanyak 1 liter dengan gelas ukur
6. Menambahkan kapur (CaCO_3) 10 gram pada 1 liter air asam
7. Lakukan pengadukan selama 30 menit untuk setiap limbah yang baru dan ukur nilai pH-nya. Kemudian limbah yang sudah diolah pada bagian ini dialirkan kebak berikutnya untuk diolah dengan zeolit
8. Hal ini dilakukan terus menerus sampai CaCO_3 mengalami kejenuhan yang ditandai dengan nilai pH yang sudah konstan

2.3 Mengukur Waktu Optimasi Penyerap Kadar Logam Fe dengan Zeolit

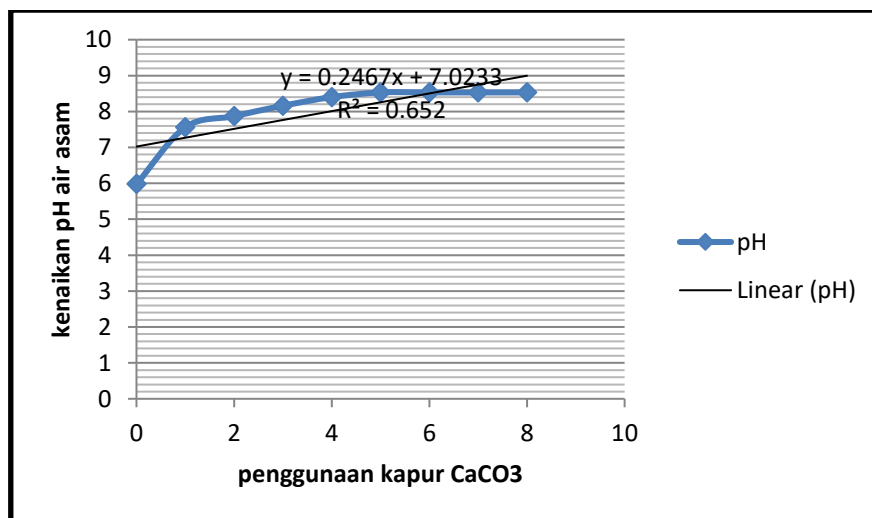
1. Zeolit yang kering udara diaktivasi lagi dengan pemanasan oven pada suhu 105° selama ± 24 jam
2. Timbang zeolit yang diaktivasi 10 gram

3. Pada air perlakuan kapur (CaCO_3) yang diaduk selama 30 menit dan sudah disaring, ditambahkan lagi dengan zeolit yang teraktivasi sebanyak 10 gram
4. Lakukan pengadukan selama 30 menit, setelah itu air tersebut disaring untuk diukur kadar logam Fe-nya dengan menggunakan AAS
5. 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
6. Pemakaian zeolit hingga mencapai titik optimal ditandai dengan nilai kadar Fe yang sudah konstan, sehingga zeolit tersebut harus diganti dan digunakan zeolit yang baru.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Opimalisasi kemampuan CaCO_3 dalam menaikkan pH

Pada 1 liter air asam dengan pH awal 5,98 ditambahkan kapur (CaCO_3) dengan massa 30 gram untuk menetralkan air asam. Setiap 30 menit dilakukan penggantian air asam sampai mencapai perulangan yang optimum.

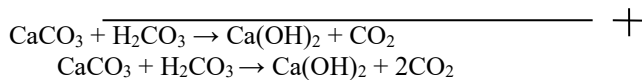
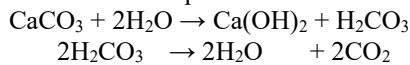


Sumber : Hasil olahan data primer, 2015

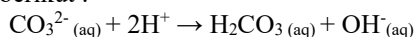
Gambar 1. Grafik pengaruh penggunaan kapur (CaCO_3) dengan kenaikan pH air

Dari grafik diatas dilihat bahwa CaCO_3 berfungsi untuk menetralkan air asam tambang dengan cara menaikkan pH, tetapi juga CaCO_3 mempunyai masa kejenuhan yang terlihat pada perlakuan penambahan air asam yang ke-5 sampai ke-8. pH yang mulai konstan menunjukkan bahwa kapur (CaCO_3) sudah tidak bisa berfungsi sebagai penetralisir air asam lagi, hal ini terjadi karena kapur sudah berada pada titik jenuh.

Berikut ini merupakan reaksi hidrolisis kapur (CaCO_3) :



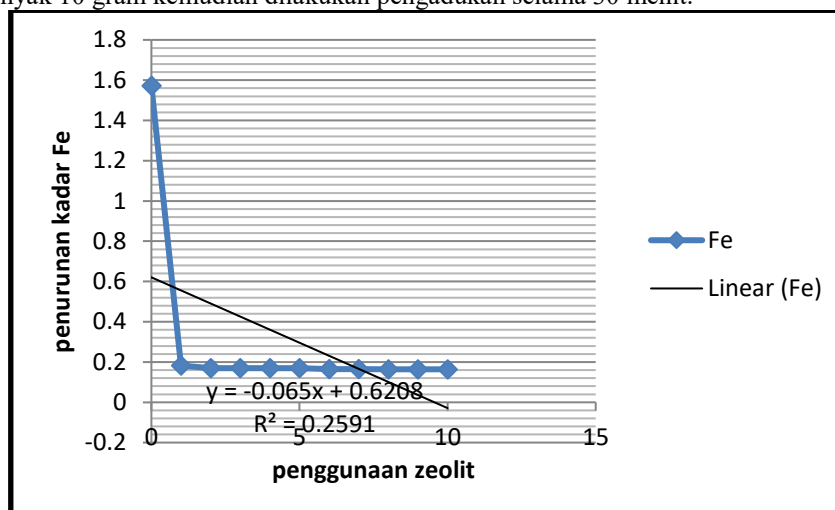
Semakin sering kapur (CaCO_3) digunakan maka pHnya akan semakin meningkat atau keasaman akan semakin menurun. Nilai pH menjadi konstan pada penggunaan yang ke-5 sampai ke-8 yaitu 8,53. Hal ini terjadi karena adanya waktu kontak yang lama antara kapur (CaCO_3) dengan air yang bersifat asam, sehingga memungkinkan kapur (CaCO_3) semakin efektif untuk menaikkan pH air asam menjadi netral. Reaksinya sebagai berikut :



Dari reaksi ini dilihat bahwa CO_3^{2-} dari kapur (CaCO_3) apabila bereaksi dengan H^+ dalam air asam akan membentuk H_2CO_3 dan OH^- . Semakin lama adanya kontak antara CO_3^{2-} dari kapur (CaCO_3) dengan H^+ dalam air asam, maka akan mengurangi jumlah ion H^+ dari air asam itu sendiri, sehingga tingkat keasaman air semakin menurun (pH semakin meningkat). Pada penggunaan ke-5 sampai ke-8 terlihat nilai pH sudah mulai konstan. Hal ini disebabkan karena kapur (CaCO_3) yang digunakan sudah jenuh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, kapur (CaCO_3) hanya bisa digunakan sebanyak 5 kali penggunaan.

3.2 Optimalisasi kemampuan Zeolit alam dalam menurunkan kadar Fe

Setelah pH air asam dinetralkan dengan kapur (CaCO_3), air tersebut tidak langsung dialirkan ke perairan umum, karena air tersebut masih mengandung logam berat yang berbahaya bagi lingkungan. Dengan kandungan awal Fe pada sampel air yaitu 1,572 mg/l. Oleh karena itu, sebelum air tersebut dialirkan ke perairan umum harus dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar logam Fe. Setelah air dari hasil penetralkan dengan kapur (CaCO_3) disaring kemudian ditambahkan zeolit alam (zeolit kering udara atau zeolit teraktivasi dengan pemanasan) sebanyak 10 gram kemudian dilakukan pengadukan selama 30 menit.



Sumber : hasil olahan data primer, 2015

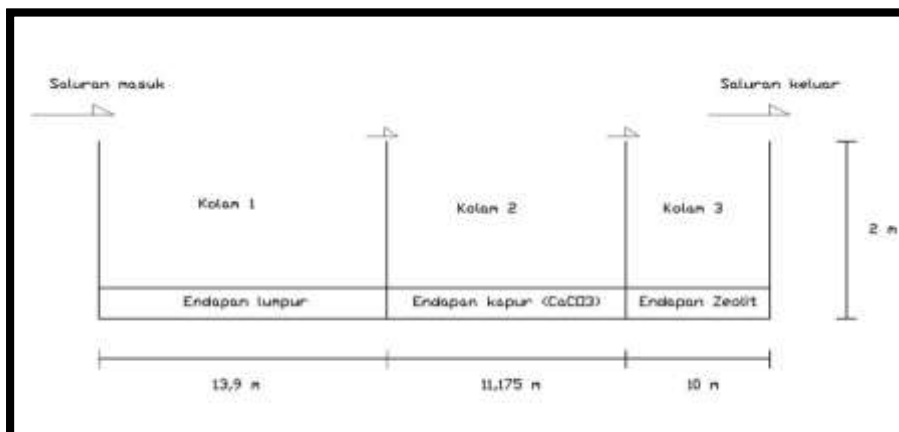
Gambar 2. Grafik pengaruh penggunaan zeolit alam dengan penurunan kadar logam Fe

Pada bagian ini, dilakukan penambahan air hasil proses *bleaching* (pemutihan) secara berulang-ulang sampai zeolit ini berada pada keadaan jenuh, terlihat pada gambar.2. Keadaan jenuh ini terlihat pada perlakuan ke-8, ke-9 dan ke-10. Disini terlihat bahwa nilai kadar Fe sudah menjadi konstan. Hal ini disebabkan karena pori-pori zeolit sudah tidak bisa menangkap logam Fe, sehingga dapat diketahui bahwa zeolit hanya mampu digunakan sebanyak 9 kali perulangan.

3.3 Perencanaan Pemeliharaan Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)

Kolam pengendapan (*settling pond*) terdiri dari tiga kolam pengendapan (*settling pond*), dengan fungsi masing-masing kolam pengendapan sebagai berikut:

- 1) Kolam pengendapan (*settling pond*) I
Kolam pengendapan (*settling pond*) pertama berfungsi sebagai tempat untuk menampung air dari *stockpile* batu bara dan mengendapkan lumpur atau material-material padat lainnya yang terbawa oleh air tersebut, sebelum dilakukan penetralkan dengan menggunakan kapur (CaCO_3).
- 2) Kolam pengendapan (*settling pond*) II
Kolam pengendapan (*settling pond*) kedua berfungsi untuk menampung air asam dari Kolam pengendapan I. Pada kolam pengendapan yang kedua ini akan dilakukan proses penetralkan pH air dengan penambahan kapur (CaCO_3)
- 3) Kolam pengendapan (*settling pond*) III
Kolam pengendapan (*settling pond*) ketiga berfungsi untuk menampung air perlakuan kapur (CaCO_3) yang keluar dari kolam pengendapan II. Pada kolam pengendapan ini, air dari hasil perlakuan kapur (CaCO_3) dari kolam pengendapan kedua ditambahkan dengan zeolit untuk menurunkan kadar logam Fe.



Gambar 3 sistem pengolahan limbah

KESIMPULAN

1. Masa pakai kapur (CaCO_3) sebagai bahan penetral pH air asam pada kolam pengendapan dari *stockpile* batubara yaitu berdasarkan hasil pengujian laboratorium, pada pemakaian kapur (CaCO_3) yang ke 5 sampai ke 8, pH air menjadi konstan dengan nilai pH 8,53. Hal ini disebabkan karena kapur yang digunakan sudah jenuh, sehingga kapur hanya dapat digunakan sebanyak 6 kali pemakaian.
2. Masa pakai zeolit sebagai bahan penyerap (adsorben) pada kolam pengendapan yaitu, pada penggunaan zeolit yang ke 8, ke 9 dan ke 10, nilai kadar Fe sudah menjadi konstan yaitu 0,164 mg/l. Hal ini membuktikan bahwa zeolit yang berfungsi sebagai penyerap (adsorben) dapat mencapai keadaan jenuh. Sehingga zeolit hanya mampu dipakai sebanyak 9 kali perulangan.
3. Proses penetralan air asam menggunakan kapur (CaCO_3) pada kolam pengendapan yaitu pada reaksi $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ dilihat bahwa CO_3^{2-} dari kapur CaCO_3 bila bereaksi dengan H^+ dalam air asam akan membentuk H_2CO_3 dan OH^- . Semakin lama adanya kontak antara CO_3^{2-} dari kapur CaCO_3 dengan H^+ dalam air asam, maka akan mengurangi jumlah ion H^+ dari air asam itu sendiri, sehingga tingkat keasaman air semakin menurun (pH semakin meningkat).
4. Proses penyerapan kadar logam Fe pada kolam pengendapan dengan menggunakan zeolit yaitu, diketahui bahwa zeolit memiliki sifat adsorpsi yang mampu menangkap logam pada permukaan pori-pori, karena sifatnya ini zeolit yang jenuh dapat digunakan kembali setelah dilakukan pencucian dan kalsinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, M., Komarudin. 1999. *Zeolit*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung
- [2] 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
- [3] Gautama Rudy Sayoga. 2012. *Pengelolaan Air Asam Tambang*. Penerbit ITB, Bandung
- [4] Lake, Yohana. 2015. *Studi Pemanfaatan Batu Gamping (CaCO_3) dan Zeolit untuk Menetralkan pH dan Menurunkan Kadar Logam Fe pada Air Asam dari Stockpile Batubara*. Teknik Pertambangan, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [5] Muchjidin. 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Penerbit ITB, Bandung
- [6] Riyanto Asril. 1993. *Bahan Galian Industri Batu Gamping*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung
- [7] Sukandarrumidi. 2005. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Badan Litbang ESDM, Jakarta.