

ANALISA ELEKTROKOAGULASI AIR ASAM TAMBANG TERHADAP NILAI pH dan KADAR Fe

Ashari

Program Studi Teknik Elektro, UMPalembang

E-mail: ashari@umpalembang.ac.id

Abstrak

Most of the Power plant in Indonesia is a steam power plant using coal-fired. Coal demand certainly related to coal mining activities that will have an impact in the form of the formation of acid mine drainage. it has undergone a chemical reaction process will have a direct impact on the quality of soil and groundwater due to the pH of groundwater in the area is declining sharply. This condition will affect the levels of Fe dissolved in the ground water. The Water has a low pH and high Fe content need to be treated to achieve water quality standards of waste coal mining activities in accordance with Kep.MENLH No. 113 Appendix I, 2003. Therefore applied electrochemical processes in acid mine drainage using electrocoagulation technology to be able to fix the pH value and the content of Fe dissolved in the water. From the research that has been done using technology elektrokoagulai found that the pH value of acid mine drainage can be increased to 53.38% and a decrease Fe content to 97.35%.

Keywords: Electrocoagulation, Acid Mine drainage, pH and Mn

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik yang semakin meningkat akan berkaitan erat dengan peningkatan aktivitas pertambangan batubara di Indonesia. Secara umum, salah satu tahapan dalam aktivitas penambangan adalah pengupasan tanah penutup. Secara kimia apabila tanah penutup yang dikupas mengandung material mineral sulfida kemudian terpapar oleh udara dan air hujan, maka akan terjadi proses pembentukan air asam tambang (AAT / *Acid Mine Drainage* / AMD).

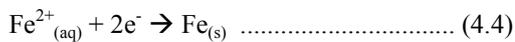
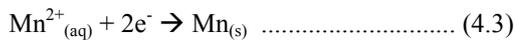
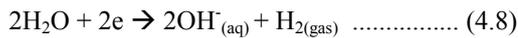
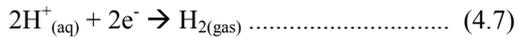
Air asam tambang yang telah mengalami proses reaksi kimia akan berdampak langsung pada kualitas tanah dan air tanah karena pH air dan tanah di area tersebut menurun sangat tajam. PTBA telah melakukan uji geokimia batuan bekerja sama dengan lembaga afiliasi peneliti dan industri Institut Teknologi Bandung, pada umumnya formasi batuan di wilayah izin usaha pertambangan Air Laya terdiri dari batuan *Potencial Acid Forming* (PAF) (Sipahutar, 2013). hasil penelitian yang dilakukan oleh Widyati (2010), pada area tambang batubara PT. Bukit Asam Tbk. diperlihatkan bahwa pH tanah mencapai 3,2 dan pH air berada pada kisaran 3,8. Pada kasus ini pH tanah yang sangat menurun akan mengganggu keseimbangan unsur hara pada area lahan itu. Menurut Hards and Higgins (2004) dalam Widyati (2010) turunnya pH secara drastis akan meningkatkan kelarutan logam-logam berat pada lingkungan tersebut. Sesuai dengan konsep ini tentunya kondisi lingkungan dengan pH rendah mengakibatkan ketidaktersediaan unsur hara makro dikarenakan unsur-unsur makro tersebut terikat oleh unsur logam sedangkan bersamaan dalam kondisi ini kelarutan dari pada unsur hara mikro akan semakin meningkat.

Adapun dampak dari AAT ini di antaranya adalah perusahaan pertambangan mengalami dampak percepatan proses korosif pada peralatan yang berbahan besi atau baja sehingga menyebabkan kerusakan peralatan menjadi semakin cepat yang tentunya berpengaruh pada keuangan perusahaan sebagai beban belanja perusahaan penambang tersebut, pada biodiversity, dampak dari AAT ini adalah merusak sistem kehidupan fauna juga flora yang terjadi di area bekas aktivitas pertambangan dan kehidupan di sepanjang aliran sungai yang dilalui oleh air asam tambang ini baik yang disengaja ataupun tidak disengaja. Dengan adanya peristiwa ini maka kualitas air yang ada di sekitar area pertambangan akan mengganggu tingkat kesehatan manusia. Dampak lain yang ditimbulkan oleh AAT yaitu meningkatkan kesulitan saat melakukan reklamasi lahan bekas tambang tersebut karena kualitas tanah dan air yang terlalu asam bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Hal terpenting dari kondisi ini adalah mencegah masuknya air asam

tambang ke dalam badan air seperti sungai dan air tanah sebelum digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pengelolaan dengan metode aktif dilakukan dengan tujuan memisahkan partikel yang terkandung di dalam AAT. Salah satu metode aktif yang menarik yaitu menggunakan Teknologi elektrokoagulasi. Elektrolisis adalah peristiwa penguraian suatu elektrolit oleh suatu arus listrik dalam sel elektrolisis yang terjadi yaitu energi listrik diubah menjadi energi kimia. Dengan mengalirkan arus listrik ke dalam suatu larutan atau leburan elektrolit, akan diperoleh reaksi redoks yang terjadi dalam sel elektrolisis.

Reaksi reduksi yang terjadi pada sisi katoda (Rusdianasari, 2014) :



Reaksi Oksidasi yang terjadi pada sisi anoda (Rusdianasari, 2014) :



1.2. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa pengaruh tegangan dan waktu pada proses elektrokoagulasi air asam tambang saat terjadi perubahan nilai pH dan kadar Fe.
2. Menjadikan sistem teknologi elektrokoagulasi sebagai solusi mengatasi masalah air asam tambang agar memenuhi standar Kep.MENLH No. 113 lampiran I, 2003.

1.3. Manfaat / Kegunaan Penelitian

1. Dengan adanya sistem elektrokoagulasi dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan air asam tambang yang ramah lingkungan
2. Teknologi elektrokoagulasi mampu menjadikan air asam tambang mencapai standar baku mutu air limbah kegiatan pertambangan batu bara sesuai dengan Kep.MENLH No. 113 lampiran I, 2003.

2. METODELOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

1. Alat untuk proses elektrokoagulasi konfigurasi monopolar dengan sistem batch.
2. Air asam tambang yang diambil dari area aktivitas pertambangan batubara PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.
3. Alat ukur pH air yaitu pH meter dan alat ukur kadar Fe yaitu spektrofotometri serapan atom (SSA) nyala,

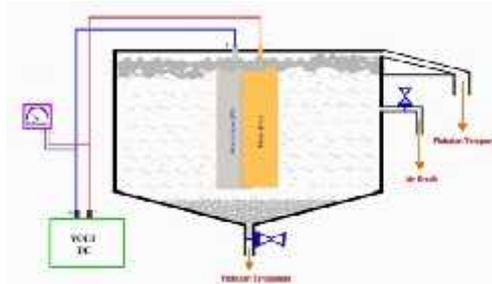
2.2. Metode Penelitian

Data yang dihasilkan oleh laboratorium yang telah dilakukan proses elektrokoagulasi. Perlakuan dan variabel ini di antaranya :

1. Variabel yang diamati adalah pH air dan besi (Fe)
2. Perlakuan yang diberikan yaitu :
 - a. Jarak antara elektroda 2 cm.
 - b. Besar tegangan 6 Volt, 12 Volt dan 24 Volt
 - c. Lama waktu yang digunakan untuk satu kali proses elektrokoagulasi 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

2.3. Gambar Alat Penelitian

Rancangan penelitian elektrokoagulasi berdasarkan pada reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) yaitu melewati air asam tambang pada suatu medan listrik yang terbentuk antara elektroda aluminium dengan elektroda besi yang berfungsi sebagai katoda dan anoda.



Gambar 3.1. Skema unit elektrokoagulasi yang digunakan saat percobaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Elektrokoagulasi

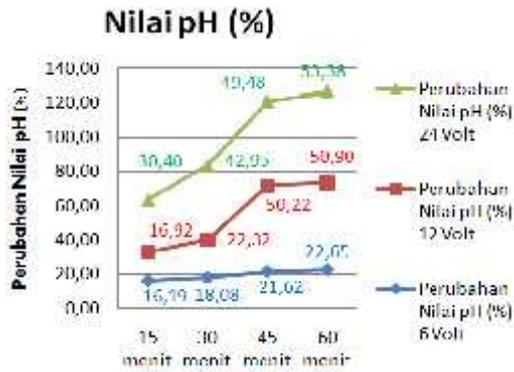
Selama percobaan elektrokoagulasi berlangsung, terjadi pembentukan gelembung-gelembung gas hidrogen yang terjadi pada katoda dengan menggunakan sumber tegangan DC 24 Volt tampak sangat cepat dan lebih banyak dibandingkan dengan DC 12 Volt dan untuk tegangan DC 12 Volt tampak lebih banyak dan lebih cepat bila dibandingkan dengan tegangan DC 6 Volt. Kondisi ini sesuai dengan konsep yaitu saat proses elektrolisis berlangsung, air akan terpisah menjadi oksigen pada anoda dan hidrogen pada katoda (Batubara, 2012).

Koagulan yang dihasilkan saat proses elektrolisis akan menyebabkan pengelompokan antar partikel koloid sehingga membuat air menjadi terlihat keruh. Pengelompokan partikel koloid akan bertambah besar menjadi flok-flok yang selanjutnya akan terapung dan mengendap di dasar reaktor. Flok-flok terapung di permukaan dan tenggelam di dasar reaktor terlihat semakin banyak dan menebal seiring pertambahan waktu proses. Selama proses elektrokoagulasi menggunakan sumber tegangan DC 24 Volt memperlihatkan kondisi air asam tambang mengeruh lebih cepat dibanding menggunakan tegangan DC 12 Volt dan tegangan DC 12 Volt tampak kondisi air mengeruh relatif lebih cepat bila dibandingkan menggunakan DC 6 Volt. Hal ini terjadi karena saat proses elektrolisis berlangsung maka terjadi reaksi oksidasi aluminium di anoda dan pelepasan ion Al^{+3} yang akan menghasilkan $Al(OH)_3$ sebagai koagulan (Kuokkanen, 2013).

Saat proses elektrokoagulasi berlangsung, flok-flok yang terflotasi ke permukaan memiliki warna kemerahan lebih awal muncul dibandingkan flok-flok yang memiliki warna putih. Selama proses elektrokoagulasi menggunakan sumber tegangan 6 Volt dengan waktu 60 menit terlihat flok-flok terapung di permukaan berwarna kekuningan dan tidak terlihat adanya flok-flok berwarna putih keperakan baik yang terapung atau yang mengendap di dasar reaktor. Dalam waktu 60 menit, dengan menggunakan sumber tegangan 12 Volt dihasilkan flok-flok terapung yang memiliki warna kuning kemerahan dan warna putih keperakan dengan ketebalan kurang lebih 2,5 cm dan yang tenggelam memiliki ketebalan kurang lebih 1,5 cm. Ketika proses elektrokoagulasi menggunakan sumber tegangan DC 24 Volt saat waktu reaksi mencapai 60 menit ketebalan flok yang terapung dan mengendap terlihat telah mencapai 3 cm dan terjadi kondisi di mana bagian paling bawah dari flok-flok terapung mulai mengendap dengan sendirinya. Kondisi ini terjadi karena mangan lebih sulit dioksidasi dari pada besi, hal ini disebabkan kecepatan oksidasi mangan lebih rendah dibanding dengan kecepatan oksidasi besi (Said, 2008).

4.2 Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap perubahan Nilai pH

Pengaruh tegangan pada masing-masing sumber tegangan DC ditunjukkan pada gambar 4.2 di bawah. Pada gambar tersebut memperlihatkan bahwa semakin besar sumber tegangan yang di gunakan untuk proses elektrokoagulasi maka semakin besar pula perubahan yang meningkat pada nilai pH air asam tambang.



Gambar 4.1. Pengaruh waktu dan tegangan terhadap perubahan pH

Dari Gambar 4.1 diperlihatkan Untuk sumber tegangan DC 24 Volt perubahan nilai pH tertinggi terjadi pada lama waktu reaksi 60 menit dengan perubahan nilai pH menjadi 53,38. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi elektrokoagulasi berlangsung maka akan menyebabkan perubahan nilai pH semakin besar. Kondisi ini terjadi karena adanya akumulasi ion OH^- yang semakin banyak seiring bertambahnya waktu reaksi. Kondisi ion OH^- yang semakin banyak di dalam larutan akan menyebabkan terjadinya peningkatan kebasaaan air asam tambang. Dengan adanya peningkatan basa dari air asam tambang yang mengalami proses elektrokoagulasi maka akan berpengaruh pada peningkatan nilai pH air tersebut. Saat proses elektrokoagulasi berlangsung, akan terjadi reaksi reduksi di sekitar katoda yang akan mengakibatkan akumulasi ion OH^- dan menyebabkan terjadinya perubahan kebasaaan (Gameissa, 2012).

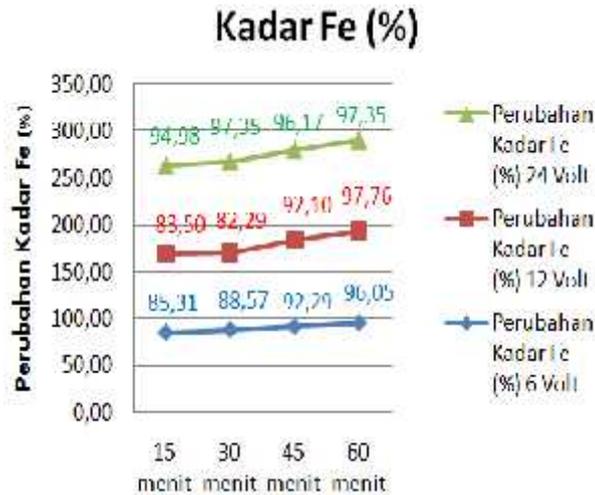
Grafik 4.1 memperlihatkan bahwa semakin tinggi sumber tegangan yang digunakan maka semakin cepat elektron yang dialirkan ke katoda sehingga reaksi reduksi yang terjadi semakin cepat peristiwa ini akan menghasilkan pembentukan ion OH^- semakin banyak dalam satuan waktu yang relatif cepat dibandingkan dengan pembentukan ion H^+ di anoda. Kondisi awal ini akan menyebabkan nilai pH larutan berubah menjadi lebih tinggi. Peristiwa ini terjadi karena beda tegangan antara dua titik merupakan besar energi yang dibutuhkan untuk memindahkan sejumlah muatan listrik (pergerakan elektron) dari kedua titik tersebut (Alexander dan Sadiku, 2009).

Dari hasil analisa Gambar 4.1 menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi terhadap perubahan nilai pH pengolahan air asam tambang memenuhi syarat baku mutu air limbah pertambangan batubara dengan mencapai perubahan sebesar 49,48 %. Dengan nilai perubahan pH 50,22 % artinya perubahan nilai pH telah mencapai nilai 6-7 jika menggunakan tegangan DC 12 Volt dan 24 Volt dengan lama waktu percobaan paling rendah 45 menit.

4.3 Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses Elektrokoagulasi Terhadap Perubahan Kadar Besi

Dari hasil penelitian pada Gambar 4.4 bahwa terjadi penurunan kadar logam Fe yang cukup tinggi, kondisi ini karena adanya peningkatan nilai pH air yang terjadi saat proses elektrokoagulasi di dalam reaktor yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 Saat proses elektrokoagulasi menggunakan tegangan DC 6 Volt, perubahan nilai pH tertinggi hanya sebesar 22,65 sehingga tidak terjadi oksidasi secara maksimal pada ion ferro di dalam air saat proses elektrokoagulasi. Pada saat pH sekitar 6 – 7 ion ferro mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk $Fe(OH)_3$ yang bersifat tidak larut dan mengendap di dasar perairan (Effendi, 2003).

Penerapan setiap variasi tegangan pada percobaan menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap perubahan kadar Fe di dalam larutan yang mengalami proses elektrokoagulasi. Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka semakin cepat elektron yang dialirkan keluar melalui katoda sehingga reaksi reduksi yang terjadi semakin cepat peristiwa ini akan menghasilkan pembentukan ion OH^- semakin banyak yang akan membentuk koagulan berupa $Al(OH)_3$. Koagulan ini akan digunakan pada proses pengelompokan Fe yang telah berubah menjadi solid saat kondisi air memiliki nilai pH larutan berubah menjadi lebih tinggi.



Gambar 4.2. Pengaruh waktu dan tegangan terhadap penurunan kadar Fe

Dari Gambar 4.4 diperlihatkan bahwa penggunaan masing-masing sumber tegangan pada percobaan menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses elektrokoagulasi berlangsung maka penurunan kadar Fe dalam larutan air asam tambang semakin meningkat. Pada gambar 4.4 juga menunjukkan bahwa semakin besar tegangan DC yang digunakan pada proses elektrokoagulasi akan menyebabkan penurunan kadar Fe dalam air asam tambang semakin besar pula.

Proses pembentukan koagulan $Al(OH)_3$ terjadi dalam waktu singkat saat menggunakan sumber tegangan DC 24 Volt dengan rancangan elektroda disusun secara paralel, sebab kondisi basa di sekitar katoda dapat dicapai dengan cepat yang ditandai dengan banyaknya gelembung-gelembung gas hidrogen di sekitar katoda. Koagulan ini akan mengikat keberadaan Fe yang telah berubah menjadi $Fe(OH)_3$ di dalam air yang akan membentuk flok-flok dan terflotasi oleh gelembung hidrogen ke permukaan.

Pada saat percobaan berlangsung, aliran elektron yang masuk ke dalam reaktor akan berfungsi sebagai reaktan dan menyebabkan terjadinya reaksi elektrokimia. Seiring dengan semakin tingginya tegangan maka arus listrik yang terjadi akan semakin besar sehingga laju aliran elektron akan semakin cepat, kondisi ini mempercepat laju penurunan kadar besi pada proses elektrokoagulasi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Sutanto (2011) tentang penurunan kadar logam berat dan kekeruhan air limbah menggunakan proses elektrokoagulasi, hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa ada kecenderungan penurunan kandungan logam besi (Fe) pada saat proses elektrokoagulasi dijalankan dengan waktu tetap, tetapi arus yang digunakan semakin ditingkatkan. Berdasarkan hukum Ohm berlaku besarnya beda tegangan yang terjadi antara dua titik pada resistor berbanding lurus dengan arus listrik yang melalui resistor tersebut (Alexander dan Sadiku, 2009).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil analisa bahwa teknologi elektrokoagulasi dapat memperbaiki kualitas air asam tambang hingga mencapai nilai pH 7 dan penurunan kadar Fe mencapai 92,10% dengan lama waktu reaksi minimal selama 45 menit
2. Teknologi elektrokoagulasi dapat menjadi salah satu solusi pengelolaan air asam tambang sesuai standar Kep.MENLH No. 113 lampiran I, 2003.

5.2. Saran

1. Demi kesempurnaan penerapan teknologi elektrokoagulasi sebaiknya perlu dilakukan rancangan alat yang lebih besar dan reaktor yang terisolasi dari arus listrik demi keamanan saat penerapan di daerah pertambangan.

2. Perlu dilakukan perencanaan yang matang untuk pembuatan tempat penampungan substrat yang dihasilkan dari proses elektrokoagulasi demi menjaga keamanan lingkungan di sekitar tempat penyimpanan substrat tersebut.

REFERENSI

- Alexander, C dan Sadiku, M.N.O. 2009. *Fundamentals of Electric Circuits*. Clevelannd State University. Amerika Serikat.
- Batubara, T. 2012. Sistem Produksi Hidrogen Menggunakan Reaktor Glow Discharge Plasma Electrolysis dalam Larutan KOH-Etanol. Universitas Indonesia. Depok.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Gameissa, M. W. 2012. Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan Dengan Teknik Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Stenliss Steel. Institus Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Kuokkanen. V. 2013. *Recent Applications of Electrocoagulation in Treatment of Water and Wastewater*. University of Oulu. Finland.
- Said, N.I. 2008. Teknologi Pengelolaan Air Minum, Teori dan Pengalaman Praktis. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumber Daya Alam. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Sipahutar, R. 2013. Analisis Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang Di Iup Tambang Air Laya Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk. Unit Pertambangan Tanjung Enim Tahun 2013. UNSRI. Indralaya.
- Sutanto. 2011. Penurunan Kadar Logam Berat dan Kekeruhan Air Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. Jurnal Ilmiah Elite Elektro. Jakarta.