

TEKNOLOGI TEPAT GUNA



DESAIN SISTIM PENGOLAHAN AIR
BERSIH BERBASIS ELEKTROLISIS

UNIVERSITAS
MULAWARMAN

IBRAHIM, S.Si, M.Si

BAGIAN I

LATAR BELAKANG

Pemanfaatan ilmu elektrokimia telah banyak digunakan dalam beberapa aplikasi beberapa diantaranya adalah pemurnian logam, pencegahan korosi, pengolahan air limbah dan lain-lain. salah satu metode dalam bidang elektrokimia yang sering digunakan adalah Elektrolisis. Prinsip mendasar dalam elektrolisis adalah memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan suatu reaksi kimia dalam hal ini adalah reaksi Oksidasi-Reduksi. Ada beberapa kelebihan metode elektrolisis yang menjadi pertimbangan dalam memilih metode ini beberapa diantaranya adalah pengoperasian yang mudah, efisiensi yang tinggi, dan ramah lingkungan (Cañizares et al., 2005).

Ada beberapa masalah yang bisa jadi solusi dengan metode elektrolisis ini misalnya Air dengan keasaman yang tinggi (pH rendah) dalam beberapa hal sering menimbulkan beberapa masalah. Menurut Sary (2006) tingkat pH di bawah 4,8 dan tingkat pH di atas 9,2 sudah termasuk kategori tercemar (Rukminasari et al., n.d.). Kemudian pH yang rendah menjadi penyebab mudahnya logam-logam larut dalam air (Arifin et al., 2019), sehingga akumulasi logam-logam pencemar pada suatu perairan akan meningkat. Metode elektrolisis juga bisa menjadi solusi dalam mengurangi kandungan logam dalam air dan spesies-spesies ionic lainnya. Sel elektrolisis yang digunakan untuk mengurangi kandungan logam juga bisa diimprovisasi hanya dengan mengganti elektroda yang digunakan untuk tujuan-tujuan khusus misalnya untuk mengendapkan polutan dalam limbah pencemar menggunakan Teknik elektrokoagulasi baik itu pencemar anorganik maupun organik (Koharruddin et al., n.d.)

Permasalahan-permasalahan terkait dengan pencemaran lingkungan pada dasarnya sudah banyak yang bisa diatasi dengan berbagai metode namun kebanyakan metode-metode yang ditawarkan mempunyai keterbatasan-keterbatasan terutama dalam hal biaya operasional yang tinggi, biaya pengadaan material yang tinggi, sistim operasional yang membutuhkan tenaga yang mempunyai *skill* khusus, dan kebanyakan metode-metode tersebut hanya menjawab permasalahan-permasalahan yang spesifik saja sementara di lapangan sangat banyak masalah yang membutuhkan solusi dengan biaya yg ekonomis, mampu mengcover banyak permasalahan di lapangan dan yang paling penting adalah metode tersebut mampu dioperasikan dengan sederhana, tidak membutuhkan banyak tenaga, serta mampu dijalankan tanpa keahlian khusus sehingga atas dasar inilah kemudian menjadi dasar dalam membuat sistim pengolahan air bersih berbasis elektrolisis.

BAGIAN II

RUMUSAN MASALAH

Pengolahan air bersih yang bersumber dari air tanah, air hujan, dan air sungai juga masih menjadi ranah dari metode elektrolisis ini karena Permasalahan yang sering terjadi adalah kualitas air tanah yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air bersih dan air minum yang sehat diminum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Pengawasan dan Syarat-syarat Kualitas Air (Febrina & Ayuna, 2015). Penggunaan air tanah untuk berbagai keperluan sehari-hari seperti untuk mencuci, mandi, dan berbagai keperluan lain seringkali mendapatkan keluhan terutama karena kualitas air yang digunakan tidak memenuhi syarat sebagai air bersih beberapa diantaranya adalah timbulnya bau pada air, timbulnya warna, menyebabkan iritasi pada kulit dan kesadahan.

Samarindah sebagai ibu kota propinsi Kalimantan timur merupakan daerah yang Sebagian besar lahannya merupakan areal bekas pertambangan batu bara. Aktifitas pertambangan baik itu yang sedang berjalan maupun yang sudah terhenti akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan baik terhadap air, tanah dan udara, karena aktifitas pertambangan pada dasarnya adalah kegiatan yang mengeksploitasi dan membuka bentang alam (Perala et al., n.d.). Salah satu dampak yang paling nyata dari aktifitas pertambangan ini adalah timbulnya Air asam tambang (AAT). Keberadaan Air Asam tambang (AAT) ini terjadi akibat tersingkapnya mineral pirit (FeS_2) dan mineral lainnya ke permukaan tanah pada proses pengambilan bahan mineral tambang sehingga terjadi proses oksidasi pada bahan-bahan mineral ini (Wahyudin et al., 2018). Air Asam Tambang ini memberikan kontribusi yang besar terhadap tingginya kandungan logam pada air tanah dan meningkatnya keasaman pada air. Air Asam tambang ini dalam prosesnya akan melarutkan logam-logam yang berada dalam batuan sulfida (Eka Onwardana et al., n.d.), Karena tingginya keasaman pada Air Asam tambang (AAT) akan menambah kelarutan logam dalam air.

Dari fakta di atas tentunya akan menjadi resiko yang nyata bagi Masyarakat di kota samarinda yang masih menggunakan air bersih yang bersumber dari tanah untuk keperluan sehari-hari. Dampak langsung yang dirasakan oleh pengguna air tanah yang tidak memenuhi syarat kualitas air bersih adalah kandungan logam yang tinggi terutama logam Fe Dan Mn. Konsentrasi Fe atau Mn yang tinggi (konsentrasi 1 mg/L), air terasa pahit-asam, menimbulkan

bau tidak enak, air berwarna kuning kecoklatan, terjadinya kekeruhan, timbulnya korosi, juga menjadi penyebab timbulnya kerak dalam jaringan pipa, tangki bertekanan, pemanas air dan peralatan pelunakan air (Harimu et al., 2020). Pencemaran logam berat juga akan berdampak pada budidaya ikan terutama budidaya yang menggunakan tambak di sepanjang aliran sungai. Irianto (2005) melaporkan bahwa ikan dirugikan secara fisik maupun fisiologik seperti kerusakan vertebrata dan kerusakan lamella sekunder pada insang akibat pencemaran logam berat (Suryani et al., 2018). Lebih lanjut Darmono (2001) melaporkan dampak akumulasi logam berat terhadap ikan akan mempengaruhi aspek ekonomis yaitu menurunkan mutu hasil perikanan dan nilai jual bahkan terjadinya penolakan akibat tingginya residu logam pada produk perikanan yang dihasilkan (Suryani et al., 2018).

Permasalahan-permasalahan di atas tentunya membutuhkan solusi yang tepat sasaran dimana permasalahan yang paling utama adalah kualitas air bersih yang bersumber dari air tanah belum memenuhi persyaratan kualitas bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air dan peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum. Dari sinilah kemudian ide pembuatan instalasi pengolahan air bersih berbasis Elektrolisis diajukan untuk menjawab permasalahan-permasalahan pada air bersih yang bersumber dari air tanah.

Sebagai gambaran umum bahwa alat ini berfungsi mengurangi kandungan logam pada air tanah, menghilangkan bau yang disebabkan oleh logam-logam tertentu misalnya Fe dan Mn, dan menteralisir keasaman pada air. Konsep dasar alat ini didesain untuk skala rumah tangga, tidak membutuhkan *space* yang besar, *Portable* sehingga dapat dipindahkan kemana-mana, biaya pembuatan yang relatif murah, *Spare parts* alat yang murah serta mudah didapatkan, dan bisa dioperasikan oleh semua orang dengan sistem pengoperasian yang sederhana. Diharapkan dengan hadirnya alat ini bisa menjadi salah satu solusi terhadap permasalahan-permasalahan di lingkungan khususnya air bersih.

BAGIAN III

PRINSIP KERJA ALAT

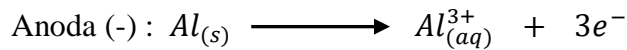
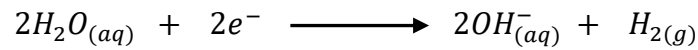
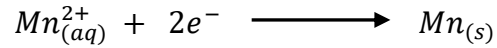
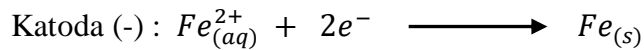
Secara singkat sistim pengolahan air bersih yang didesain ini dalam pengoperasiannya menggunakan prinsip-prinsip dalam elektrolisis dimana yang paling utama dalam sistim ini adalah Arus listrik dan jenis elektroda yang digunakan. Dalam elektrolisis arus listrik yang diberikan akan menimbulkan reaksi kimia dalam hal ini adalah reaksi Oksidasi-Reduksi yang berjalan secara bersamaan. Pada kondisi dimana arus listrik searah diberikan pada air yang mengandung partikulat-partikulat pencemar maka partikulat-partikulat pencemar tersebut akan terurai menjadi ion-ion positif dan ion-ion negatif, dengan demikian ion-ion pencemar ini akan bergerak menuju elektroda dan terakumulasi pada elektroda ini. Secara khusus untuk sel elektrolisis maka yang berlaku adalah Katoda merupakan kutub negatif (-) dimana pada katoda ini akan berlangsung reaksi reduksi sedangkan anoda adalah kutub positif (+) dimana pada anoda berlangsung reaksi oksidasi. Sebagaimana diketahui bahwa partikulat pencemar logam Ketika terurai menjadi ion merupakan kation (bermuatan positif) sedangkan partikulat pencemar nonlogam merupakan anion (bermuatan negatif) Dengan demikian partikulat pencemar logam (ion positif) akan tertarik menuju katoda dan terakumulasi pada katoda ini demikian pula pencemar non logam (ion negative) akan tertarik dan berkumpul pada anoda.

III.1. Mekanisme Pengikatan Pencemar Logam Dari Air

Terjadinya proses pengikatan pencemar logam di katoda ini sangat bergantung pada jenis elektroda yang digunakan dan jenis logam pencemar apa yang akan ditarik dari air, Sehingga elektroda yang terpasang ini bisa dilepas untuk digantikan dengan elektroda baru jika elektroda tersebut sudah jenuh. Dalam memilih elektroda harus berpatokan pada nilai E°_{sel} (potensial reduksi elektroda) yang bisa dilihat nilainya pada tabel potensial Reduksi Standar. Kaidahnya adalah jenis logam yang akan dijadikan sebagai elektroda nilai E°_{sel} harus lebih kecil dari E°_{sel} logam pencemar sebagai ilustrasi dapat di terangkan dibawah ini :

1. Tentukan E°_{se} Logam pencemar yang akan disisihkan pada tabel misalnya Fe dan Mn, yaitu $E^{\circ}_{sel} Fe = - 0,44$ volt dan $E^{\circ}_{sel} Mn = -1,18$ volt.
2. Cari Elektroda yang nilainya lebih kecil dari E°_{sel} di atas namun masih mudah didapatkan di pasaran dan murah ,berarti pilihan elektroda jatuh pada logam Aluminium ($E^{\circ}_{sel} = -1,18$ Volt).

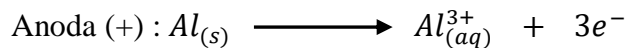
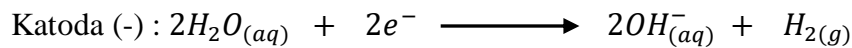
Pemilihan elektroda diatas akan memberikan gambaran reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda Sebagai berikut :



III.2. Mekanisme Penurunan Keasaman Pada Air

Hal yang sama terjadi pada Ketika tujuannya untuk mengurangi keasaman pada air , dimana elektroda yang dipilih harus mempunyai nilai E°_{sel} yang lebih kecil dari ion H^{+} yang berlebih pada air. Dari tabel terlihat bahwa nilai E°_{sel} air = 0,00 , maka elektroda aluminium masih bisa digunakan namun untuk ion H^{+} pilihan elektroda bisa lebih banyak tinggal memilih mana yang tersedia dan murah namun untuk tujuan ini cukup elektroda aluminium saja dengan pertimbangan efisiensi biaya.

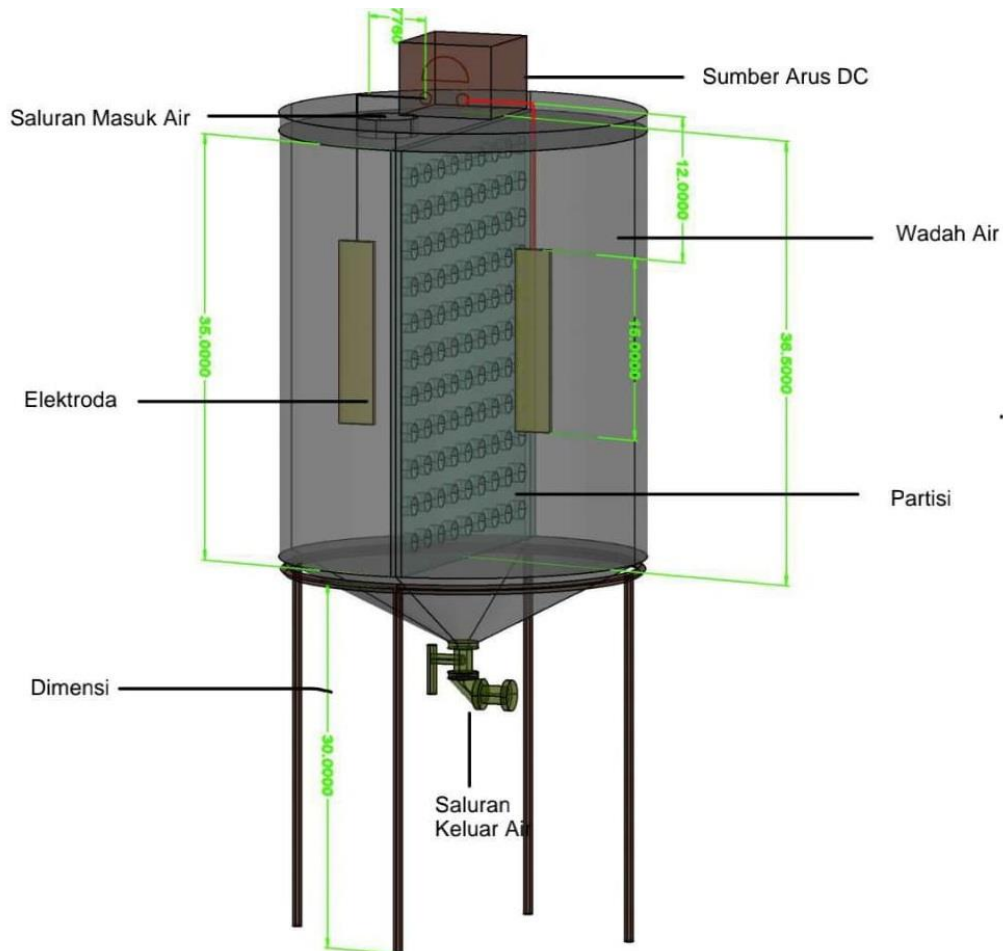
Pada proses penurunan keasaman pada air maka reaksi yang berlangsung adalah :



BAGIAN IV

DESAIN DAN CARA PENGGUNAAN ALAT

IV.1. Desain Alat



Dari desain alat ini dapat dijelaskan fungsi masing-masing bagian yaitu :

- 1). Sumber arus DC : Sebagai sumber arus listrik yang dapat diatur besar arus yang akan melewati elektroda
- 2). Elektroda : Tempat terjadinya reaksi oksidasi-reduksi dimana logam-logam pencemar yang larut dalam air yang berbentuk ion akan diubah menjadi menjadi bentuk logamnya sehingga dapat terakumulasi pada elektroda.
- 3). Wadah air : Tempat menampung air yang akan diproses dengan kapasitas 25 liter.

- 4). Partisi : Merupakan pemisah antara katoda dan anoda untuk mencegah hubungan arus pendek listrik.
- 5). Saluran masuk air : Tempat memasukkan air yang akan diproses
- 6). Saluran keluar air : Tempat mengeluarkan air yang telah diproses
- 7). Kaki Penopang : Terdiri atas empat kaki untuk menopang alat

IV.2. Cara Penggunaan Alat

- 1). Pasang Elektroda yang jenis bahannya sudah disesuaikan nilai E°_{sel} nya dengan E°_{sel} logam pencemar yang menjadi target mengikuti kaidah yang sudah dibahas di atas.
- 2). Masukkan air yang akan diproses melalui saluran masuk air kurang lebih 20 liter
- 3). Atur besarnya arus yang akan melewati elektroda pada sumber arus DC, untuk kapasitas 25 liter sebaiknya arus listrik yang digunakan 2 sampai 6 Amper dengan durasi waktu 30 sampai 60 menit , besarnya arus yang digunakan dan lamanya waktu elektrolisis disesuaikan dengan kualitas air.
- 4). Buka penutup saluran masuk air untuk melewatkan gas-gas yang timbul selama proses elektrolisis berlangsung.
- 5). Tekan Tombol On/off pada sumber arus DC untuk *running* alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, U. R. S., Jadid, M. M. E., Jurusan, W., & Kimia, T. (2019). *PENGOLAHAN LIMBAH AIR ASAM TAMBANG EMAS DENGAN PROSES NETRALISASI KOAGULASI FLOKULASI*. 5(2), 112–120. <http://distilat.polinema.ac.id>
- Cañizares, P., Díaz, M., Domínguez, J. A., Lobato, J., & Rodrigo, M. A. (2005). Electrochemical treatment of diluted cyanide aqueous wastes. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80(5), 565–573. <https://doi.org/10.1002/jctb.1228>
- Eka Onwardana, M., Andari, R., Tibri, T., Ardiansyah, E., & Pertambangan, J. T. (n.d.). *STUDI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR (CaO) DAN SODA KAUSTIK (NaOH) PADA PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG*.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA STUDI PENURUNAN KADAR BESI (FE) DAN MANGAN (MN) DALAM AIR TANAH MENGGUNAKAN SARINGAN KERAMIK. In *Januari* (Vol. 7, Issue 1).
- Harimu, L., Haetami, A., Sari, C. P., Haeruddin, H., & Nurlansi, N. (2020). Perbandingan Kemampuan Aerasi Sembur (Spray) dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorben Serbuk Kulit Buah Kakao untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan Pada Air Sumur Gali. *Indo. J. Chem. Res.*, 8(2), 137–143. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2020.8-hrm>
- Koharruddin, A., Amalia, V., Sudiarti, D. T., Kimia, J., Sains, F., Teknologi, D., Gunung, S., Bandung, D., & Kunci, K. (n.d.). *STUDI PENURUNAN KADAR ION-ION LOGAM (Cr³⁺, Cu²⁺, DAN Pb²⁺) DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMINIUM DAN KARBON* (Vol. 6, Issue 1).
- Perala, I., Yani, M., Mansur, I., Studi, P., Tanah, B., Lingkungan, D., Pascasarjana, S., Utama, K., & Anggota, K. (n.d.). Bioremediation of Acid Mine Drainage by Enrichment of Sulphate-Reducing Bacteria and Addition of Organic Substrate. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 18(2), 81–95. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol18.No2.2022.1232>
- Rukminasari, N., Khaerul, N. & Program, A., Sumberdaya, S. M., Fakultas, P., Kelautan, I., & Unhas, P. (n.d.). *The Effect of Acidic Level of Media on Calcium Concentration and Growth of Halim eda sp.*
- Suryani, A., Nirmala, K., & Djokosetyanto, D. (2018). The Accumulation of Heavy Metal (Lead And Copper) in Milkfish (Chanos-Chanos, Forskal) Ponds From Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(3), 271–278. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.3.271-278>
- Wahyudin, I., Widodo, S., & Nurwaskito, A. (2018). ANALISIS PENANGANAN AIR ASAM TAMBANG BATUBARA. In *Jurnal Geomine* (Vol. 6, Issue 2). Agustus.

