

## Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam Pada Lindi TPA Sampah Dengan Metode Elektrolisis

### *The Effect of Current and Voltage Strength on Metal Content Changes in Water Disposal Landfill by Using Electrolysis Method*

Muhammad Adam Rizky Syawalian<sup>1</sup>, Yohana<sup>1</sup>, Abdul Kahar<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
Jl. Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda – 75119  
Telp./Faks: (0541) 736834/(0541) 749315  
\*Email: kahar.abdul@gmail.com

#### Abstrak

Pada umumnya setiap kota memiliki tempat pembuangan umum atau TPU sebagai tempat pengolahan akhir dari limbah domestik dari warga kota tersebut. Setiap hari bahkan jam, sampah dari berbagai macam tempat dan jenis dikumpulkan di TPU. Sampah-sampah yang tertumpuk tersebut menghasilkan limbah cair lain akibat rembesan air hujan yang akan menjadi air lindi (leachate). Pengolahan limbah untuk air lindi perlu dilakukan karena air lindi termasuk dalam golongan limbah. Salah satu cara pengolahan limbah lindi ialah elektrolisis yang dilakukan pada penelitian ini dimana diharapkan mampu menurunkan kadar Fe dan Zn pada limbah air lindi TPA Bukit Pinang Samarinda, mengetahui variasi tegangan, waktu optimum dan mengetahui pengaruh dari variasi tegangan dan waktu kontak. Pengolahan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah elektrolisis dengan menggunakan batang karbon sebagai katoda dan anoda dengan variasi tegangan (3.6 volt, 6.6 volt dan 9.6 volt) dan waktu kontak (30 menit, 45 menit dan 60 menit). Hasil yang diperoleh setelah dilakukan elektrolisis dengan tegangan (V) yang digunakan yaitu masing-masing 3.6V, 6.6V dan 9.6V. Dimana kadar Fe pada 30 menit ialah 0.1064 mg/L, 0.1046 mg/L dan 0.1209 mg/L, pada 45 menit ialah 0.1157 mg/L, 0.1283 mg/L dan 0.1066 mg/L dan 60 menit ialah 0.1084 mg/L, 0.1247 mg/L dan 0.1139 mg/L. Sedangkan variasi waktu dan tegangan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan logam dalam air lindi. Kadar Zn setelah dielektrolisis masing-masing pada 30 menit 0.0009 mg/L, 0.0007 mg/L dan 0.0006 mg/L, 45 menit ialah 0.0005 mg/L, 0.0006 mg/L dan 0.0006 mg/L dan 60 menit ialah .0004 mg/L, 0.0015 mg/L dan 0.0007 mg/L.

**Kata Kunci:** penurunan, air lindi, kandungan logam, elektrolisis

#### Abstract

*In general, every city has a public landfill as the final processing site for domestic waste from the city residents. Every day even hours, trash from various places and types are collected in public landfill. These buried rubbish produce other liquid waste which is produced by rain water seepage which will become leachate (leachate). Waste treatment for leachate needs to be done because leachate is included in the waste category. One method of waste treatment conducted in this study was carried out at the water content and Zn in the Bukit Pinang landfill Samarinda, look for voltage variations, optimal time and study the effect of voltage variations and contact time. Processing that will be carried out in this research is electrolysis using carbon rods as cathodes and anodes with voltage variations (3.6 volts, 6.6 volts and 9.6 volts) and contact time (30 minutes, 45 minutes and 60 minutes). The results obtained after electrolysis with voltage (V) are used respectively 3.6V, 6.6V and 9.6V. Where the levels of Fe at 30 minutes were 0.1064 mg / L, 0.1046 mg / L and 0.1209 mg / L, at 45 minutes were 0.1157 mg / L, 0.1283 mg / L and 0.1066 mg / L and 60 minutes are 0.1084 mg / L, 0.1247 mg / L and 0.1139 mg / L. While time and stress variations do not have a significant effect on changes in metal composition in leachate. The levels of Zn after being electrolyzed were 30 minutes 0,0009 mg / L, 0,0007 mg / L and 0,0006 mg / L, 45 minutes were 0,0005 mg / L, 0,0006 mg / L and 0,0006 mg / L and 60 minutes plus .0004 mg / LL, 0.0015 mg / L and 0.0007 mg / L.*

**Keywords:** decrease, leachate, metal content, electrolysis

## 1. PENDAHULUAN

Lindi merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses masuknya air ke dalam timbunan sampah sehingga dapat melarutkan unsur-unsur kimiawi termasuk materi organik hasil dekomposisi sampah. Secara umum, lindi memiliki kandungan senyawa organik, anorganik, maupun xenobiotik. Senyawa tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran air tanah maupun air permukaan bila tidak diolah dengan baik (Abdullah & Bagastyo, 2015).

Cairan tersebut kemudian mengisi rongga-rongga pada sampah, bila kapasitasnya telah melampaui kapasitas tekanan air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar dan mengekstraksi bahan organik dan anorganik hasil proses fisika, kimia dan biologis yang terjadi pada sampah. Jadi lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air, baik air permukaan, air tanah maupun air bawah tanah, sehingga perlu dikelola dengan baik (Pinem *et al.*, 2014).

Ada berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mengolah air lindi. Salah satunya yaitu dengan menggunakan metode elektrolisis. Dimana metode ini cukup sesuai untuk diterapkan karena tingginya kandungan ion-ion anorganik dalam lindi, sehingga efisiensi pengolahan dapat meningkat.

Sehingga diharapkan proses pengolahan air lindi dengan metode elektrolisis mampu menurunkan kandungan logam yang terdapat dalam air lindi.

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan sumber energi listrik untuk mengubah reaksi kimia yang terjadi. Pada sel elektrolisis katoda memiliki muatan negatif sedangkan anoda memiliki muatan positif (Harahap, 2019). Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negative (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Fakhrudin *et al.*, 2017). Pengaliran arus listrik menggunakan suatu medium sebagai penghantar arus listrik ke dalam elektrolit, juga menjadi tempat berlangsungnya reaksi redoks, medium tersebut disebut elektroda.

Reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung pada anoda (Sariasih *et al.*, 2016). Melalui elektrolisis, kation dan anion dalam larutan dapat bergerak dan disisihkan dengan melibatkan proses oksidasi dan reduksi, misalnya anion terutama ion klorida akan teroksidasi menjadi klorin. (Wang *et al.*, 2014).

Logam Berat Esensial adalah logam dengan konsentrasi tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organism, akan tetapi logam tersebut dapat menimbulkan efek racun jika dalam jumlah yang berlebihan. Logam berat tidak esensial, logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr (Irhamni *et al.*, 2017). Keberadaan logam besi, cadmium, dan kromium dalam air lindi TPA sangat berbahaya karena logam ini adalah logam yang bersifat sangat toksik. Logam besi, cadmium, dan krom yang berada dalam lindi akan merembes ke dalam tanah yang akan mencemari air tanah. Jika ketiga logam ini merembes ke dalam tanah maka akan mencemari sumur-sumur penduduk. Sejumlah teknik telah dilakukan untuk menurunkan kandungan beberapa logam dalam air lindi TPA. Teknik paling umum yang digunakan untuk pengambilan logam berat dalam larutan yang sedang dikembangkan adalah serapan dengan berbagai penyerap. Upaya menyerap polutan logam berat telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, dengan menggunakan karbon aktif sebagai pengabsorpsi untuk menyerap logam Cd dalam air lindi TPA. Tetapi upaya untuk menyerap logam lain masih jarang dilakukan (Nohong, 2010). Secara umum lindi dari lahan tanah urug sampah kota mengandung zat organik dan anorganik dengan konsentrasi tinggi, terutama timbunan yang masih baru. Kandungan anorganik lindi yang berbahaya berupa logam berat yang bersifat *toxic*.

Untuk mengurangi dampak pada lingkungan dan manusia secara langsung maupun tak langsung, dibuatlah standar untuk batas kandungan air lindi yang diperbolehkan. Berdasarkan standar Jerman untuk *output* dari

pengolahan limbah air lindi ialah 2 mg/L Zn (seng), 0,3 mg/L Fe (besi), 0,5 mg/L Cu (tembaga), 0,5 mg/L Pb (timbal), 200 mg/L COD dan BOD 20 mg/L (Stegmann *et al.*, 2005)

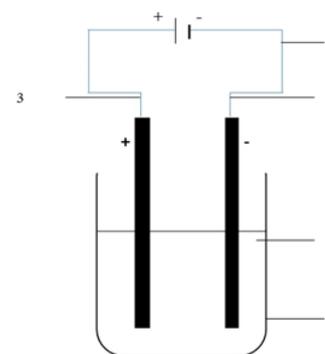
Elektrolisis merupakan salah satu alternatif metode pengolahan yang dapat dipilih. Metode ini cukup sesuai untuk diterapkan karena tingginya kandungan ion-ion anorganik dalam lindi, sehingga efisiensi pengolahan dapat meningkat seperti yang dinyatakan oleh (Abdullah & Bagastyo, 2015). Melalui elektrolisis, kation dan anion dalam larutan dapat bergerak dan disisihkan dengan melibatkan proses oksidasi dan reduksi, misalnya anion terutama ion klorida akan teroksidasi menjadi klorin.

Potensial sel dalam keadaan standar dapat dihitung dari potensial elektroda standar. Setiap elektroda cenderung menarik elektron kearahnya, dan yang menang adalah potensial reduksinya lebih besar. Elektroda kuat akan menerima elektron dan menjadi katoda, sedang yang lain terpaksa memberikan elektron menjadi anoda. Potensial sel merupakan selisih dari daya tarik yang kuat dengan yang lemah, yaitu selisih potensial rediksi katoda dan anoda.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dengan proses elektrolisis pada air lindi untuk mengetahui perubahan kandungan logam. Adapun kandungan logam yang diuji pada penelitian ini yaitu Fe, Zn dan Cu. Proses elektrolisis dilakukan dengan menggunakan variasi tegangan dan waktu. Variasi tegangan yaitu 3.6 V, 6.6 V dan 9.6 V sedangkan waktu yang digunakan 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

Alat yang digunakan yaitu gelas beaker 500 mL 1 buah, gelas ukur 250 mL 1 buah, alat elektrolisis 1 set, penjepit 2 buah dan elektroda karbon 4 batang. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu air lindi sebanyak 1 liter. Rangkaian peralatan yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 1.



Keterangan:

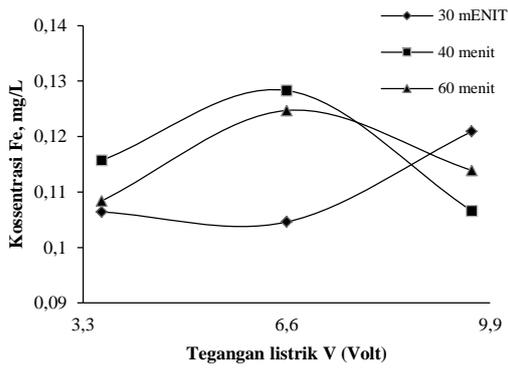
1. Power Supply
2. Katoda
3. Anoda
4. Gelas beaker
5. Air lindi 500 mL

Gambar 1. Rangkaian alat elektrolisis

Pengolahan air lindi secara elektrolisis dilakukan dengan mengisi larutan sebanyak 250 ml setiap sampel kedalam gelas kimia. Lalu dimasukkan karbon yang berukuran 1,5 cm x 4,85 cm kedalam gelas kimia. Anoda dan katoda lalu disambungkan ke sumber listrik dan dilakukan elektrolisis dengan variasi tegangan dan waktu yang telah ditentukan. Dengan kuat arus 1A dan diatur tegangan 3.6V, 6.6V dan 9.6V. Percobaan dilakukan dengan variasi waktu selama 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Diulangi prosedur sesuai dengan variabel bebas yang berbeda, diamati dan dicatat.

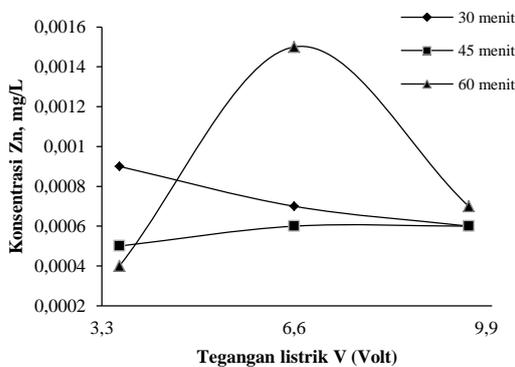
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari variasi tegangan dan waktu setelah elektrolisis tidak menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap air lindi. Kadar Fe dalam lindi sebelum perlakuan ialah 0.112 sedangkan kadar Fe setelah dilakukan proses elektrolisis dengan waktu kontak 30 menit dengan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 Volt berturut-turut ialah 0.1064 mg/L, 0.1046 mg/L dan 0.1209 mg/L. Pada waktu kontak 45 menit dengan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 volt kadar Fe ialah 0.1157 mg/L, 0.1283 mg/L dan 0.1066 mg/L. kemudian saat waktu kontak 60 menit dengan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 volt kadar Fe berturut-turut ialah 0.1084 mg/L, 0.1247 mg/L dan 0.1139 mg/L. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Perubahan konsentrasi Fe

Kadar Zn dalam air lindi sebelum perlakuan ialah 0.0003 mg/L sedangkan setelah dielektrolisis dengan waktu kontak 30 menit dan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 volt kadar Zn berturut-turut ialah 0.0009 mg/L, 0.0007 mg/L dan 0.0006 mg/L. Untuk waktu kontak 45 menit dengan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 volt kadar Zn ialah 0.0005 mg/L, 0.0006 mg/L dan 0.0006 mg/L. Pada saat waktu kontak 60 menit dengan tegangan 3.6, 6.6 dan 9.6 volt didapat kadar Zn ialah 0.0004 mg/L, 0.0015 mg/L dan 0.0007 mg/L. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3.

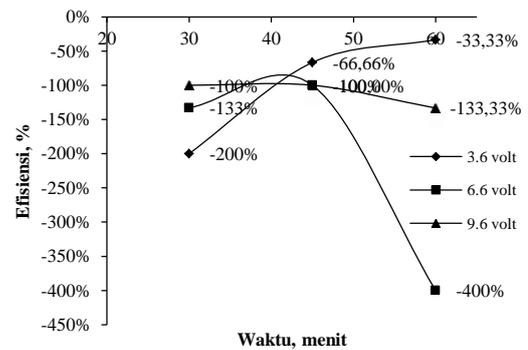


Gambar 3. Perubahan konsentrasi Zn

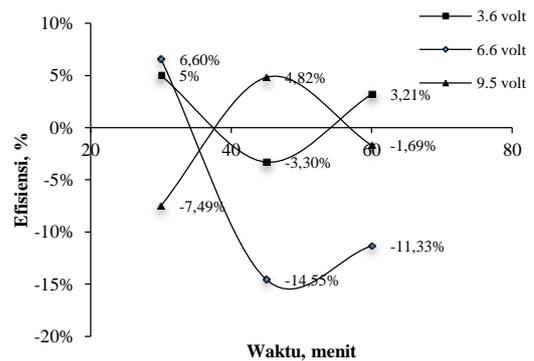
Dari hasil analisis data yang terjadi kenaikan konsentrasi Zn terbesar yang ditunjukkan berada pada variasi tegangan 6,6 volt dan lama waktu kontak 60 menit, dengan konsentrasi 0,0015 mg/L dari konsentrasi awal larutan sebesar 0,0003 mg/L.

Tidak terjadinya perubahan yang signifikan pada larutan setelah dilakukan elektrolisis. Hal ini mungkin saja disebabkan oleh elektroda yang digunakan yaitu bentuk dan jarak antar elektroda yang

mempengaruhi. Menurut penelitian (Hamid *et al.*, 2017) yang digunakan dalam elektrolisis harus dibersihkan, dicuci dan dikeringkan serta dipreparasi terlebih dahulu. Tujuan dari preparasi ini adalah untuk menghilangkan kontaminasi logam dan bahan organik yang menempel pada elektroda tersebut.



Gambar 4 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Zn pada Air Lindi



Gambar 5 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fe pada Air Lindi

Efisiensi penurunan kandungan Zn pada variasi 3,6 volt, 6,6 volt dan 9,6 volt dengan konsentrasi awal 0.0003 mg/L Penyisihan terbesar terjadi pada variasi 3,6 volt yaitu sebesar -33,33% dengan waktu kontak 60 menit. Dengan konsentrasi awal 0,0003 mg/L menjadi 0,0004 mg/L sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Efisiensi penurunan kandungan Fe pada variasi 3,6 volt, 6,6 volt dan 9,6 volt dengan konsentrasi awal 0,1120 mg/L. Penyisihan terbesar terjadi pada variasi 6,6 volt yaitu sebesar 6.60% dengan lama waktu kontak 30 menit. Dengan konsentrasi awal 0,1120mg/L menjadi 0,01046 mg/L sebagaimana terlihat pada

Gambar 5.

#### 4. KESIMPULAN

Dalam penelitian menggunakan metode elektrolisis ini waktu yang digunakan yaitu masing-masing 30 menit, 45 menit, 60 menit dan tegangan (V) yang digunakan yaitu masing-masing 3.6V, 6.6V dan 9.6V. Dimana kadar Fe setelah dielektrolisis masing-masing pada 30 menit ialah 0.1064 mg/L, 0.1046 mg/L dan 0.1209 mg/L, pada 45 menit ialah 0.1157 mg/L, 0.1283 mg/L dan 0.1066 mg/L dan 60 menit ialah 0.1084 mg/L, 0.1247 mg/L dan 0.1139 mg/L. Sedangkan Namun variasi waktu dan tegangan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan logam dalam air lindi. Kadar Zn setelah dielektrolisis masing-masing pada 30 menit 0.0009 mg/L, 0.0007 mg/L dan 0.0006 mg/L, 45 menit ialah 0.0005 mg/L, 0.0006 mg/L dan 0.0006 mg/L dan 60 menit ialah .0004 mg/L, 0.0015 mg/L dan 0.0007 mg/L.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, C.Y. & Bagastyo, A.Y. 2015. Proses Pengolahan Lindi dengan Metode Elektrolisis. (September): 131–138.
- Fakhrudin, Nurdiana, J. & Wijayanti, D.W. 2017. Analisis Penurunan Kadar Cr (Chromium), Fe (Besi) dan Mn (Mangan) pada Limbah Cair Laboratorium Teknologi Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Samarinda dengan Menggunakan Metode Elektrolisis. (November): 10–15.
- Hamid, R.A., Oktiawan, W. & Purwono 2017. Penggunaan metode elektrolisis menggunakan elektroda karbon dengan variasi tegangan listrik dan waktu elektrolisis dalam penurunan konsentrasi tss dan cod pada pengolahan air limbah domestik. 6(1).
- Harahap, M.R. 2019. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1): 177–180.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E. & Hasan, W. 2017. Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh. 3(1): 19–22.
- Nohong, N. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi Dalam Air Lindi TPA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 6(2): 257–269.
- Pinem, J.A., Ginting, M.S. & Peratenta, M. 2014. Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar dengan Ultrafiltrasi. 1: 43–46.
- Sariasih, N.W., Suyanto, H. & Wendri, N. 2016. Aplikasi Karbon Grafit Untuk Mobilisasi Ion Dalam Cairan Metode Elektrolisis. 17(2): 8–15.
- Stegmann, R., Heyer, K. & Cossu, R. 2005. Leachate Treatment. (October 2005).
- Wang, J., Li, H., Li, A., Shuang, C. & Zhou, Q. 2014. Dissolved organic matter removal by magnetic anion exchange resin and released ion elimination by electrolysis. *Chemical Engineering Journal*, 253: 237–242. Tersedia di <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2014.05.060>.