

Proses Elektrolisis Untuk Pengambilan Seng Dari Limbah Padat Industri Galvanis

Ahmad Farid (L2C004192), Nur Wahid (L2C004257)
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi kadar Seng dari limbah padat industri galvanis dengan proses elektrolisis dan mengetahui variabel yang paling berpengaruh dari proses elektrolisis. Proses elektrolisis dikenal sebagai kebalikan dari korosi. Ion logam berasal dari suatu elektrolit, dengan penambahan elektron akan menghasilkan suatu atom logam. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode faktorial desain untuk 2 level dan 3 variabel berubah. Dari analisa kadar Seng didapat kadar awal Seng dalam limbah padat adalah 32%, sedangkan kadar Seng dalam logam yang menempel pada katoda adalah 46%. Kadar Seng yang terambil tidak murni dikarenakan dalam larutan elektrolit terkandung logam lain yang cukup besar yaitu Fe. Hal ini menyebabkan Fe ikut terelektrolisis. Dari hasil penelitian diketahui bahwa variabel yang paling berpengaruh berturut-turut adalah efek temperatur, voltase, dan jarak anoda-katoda. Temperatur memberikan efek paling besar dalam penelitian ini dikarenakan semakin tinggi temperatur menyebabkan konduktivitas larutan semakin besar sehingga dapat mempercepat hantaran arus listrik dari anoda menuju katoda. Temperatur optimal dalam proses elektrolisis ini adalah 70°C-80°C.

Kata kunci : Seng, elektrolisis, galvanis

Abstract

The target of this research are to reduce Zinc rate from galvanizing industries dross with electrolysis and to knowing the variabeI process that having an effect on electrolysis. Electrolysis is reverse from korosion proses. The metal ion is coming from electrolit, with addition of electron will yielding a metal atom. The method of this research is factorial design with 2 levels and 3 dependents variabel. From analysis, Zinc rate from dross is 32%, and Zinc rate from metal that patching around the cathode is 46%. The Zinc rate is not purification cause electrolit consist in other metal that is Fe. This matter causing Fe following electrolysis. The result of this researh is variabel that having an effect on electrolysis successively are temperature, voltage, and space anode to cathode. In this research temperature give the biggest effect because high temperature progressively causing high conductivity of electrolit that can quickening electrics current passing of anode to cathode. The range of optimum temperature this electrolysis is 70°C-80°C.

Key words : Zinc, electrolysis, galvanizing

1. Pendahuluan

Galvanizing merupakan sebuah proses yang sudah sangat lama digunakan dalam industri baja dan metal, bahkan hampir sejak 200 tahun yang lalu. Dilihat dari banyaknya manfaat dari proses galvanizing, ternyata ada juga akibat buruk yang ditimbulkan dari proses ini, salah satunya adalah terbentuknya limbah yang berupa gas, cair dan padat. Limbah inilah yang menjadi masalah baru bagi lingkungan, yaitu rusaknya udara, air dan tanah jika limbah tersebut terdapat dalam kadar yang tinggi pada saat dibuang ke lingkungan dan dilakukan dalam jangka waktu yang lama.

Masalah lain yang timbul adalah adanya logam berat yang bernilai ekonomi tinggi yang ikut terbuang bersama limbah tersebut, dalam hal ini adalah seng (Zn), yang merupakan bahan baku utama dari proses galvanizing. Sementara seng yang terbuang tersebut dapat diambil/direcovery kembali untuk dapat digunakan kembali. Oleh karena itu maka perlu diadakan proses untuk mengolah limbah tersebut agar aman dan dapat diterima oleh lingkungan dan logam yang terbuang tidak terlampau banyak sehingga dapat

diraih untung yang lebih besar. Dalam operasi galvanizing secara kontinyu, sekitar 10 % dari total Zn yang digunakan ikut terbuang dalam limbah berupa Seng Oksida (US. Pat. No. 4,075,008).

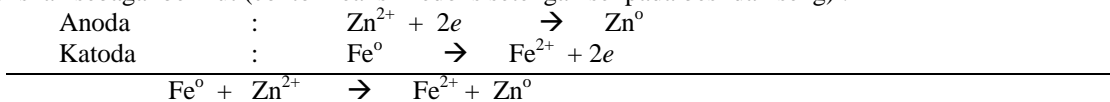
Metode yang dapat digunakan untuk mengambil logam terlarut yang berupa seng ini adalah dengan proses elektrokimia (elektrolisis) menggunakan bantuan arus listrik. Proses dilakukan dengan menggunakan anoda yang tak aktif seperti karbon, baja tahan karat, Timbal, Titanium. Sedangkan katoda tempat ion logam terlarut yang mengendap menggunakan bahan logam berupa Aluminium (Al). Mula – mula limbah padat dilarutkan dalam asam seperti H₂SO₄ atau HCl membentuk larutan garam. Ion logam dari larutan akan menempel pada katoda sehingga logam terlarut yang berupa seng berangsur-angsur menurun dan akhirnya didapatkan seng dalam keadaan murni yang menempel di katoda.

Proses Elektrolisis dikenal sebagai kebalikan dari korosi. Ion logam berasal dari suatu elektrolit, dengan penambahan electron akan menghasilkan suatu atom logam, M.



Untuk proses Elektrolisis diperlukan dua elektrode, sumber elektron/arus listrik, dan larutan elektrolit. Untuk tujuan komersil, electron dihasilkan oleh suatu sumber arus searah yang dihubungkan dengan elektroda, akan tetapi biasanya electron berasal dari elektroda kedua.

Reaksi yang terjadi pada proses Elektrolisis merupakan reaksi oksidasi – reduksi. Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut (contoh reaksi Redoks setengah sel pada besi dan seng) :



Pada anoda, logam seng (Zn) akan teroksidasi menjadi ion Zn²⁺. Ion Zn²⁺ ini akan bergerak menuju katoda dan teroksidasi membentuk deposit Zn pada katoda.

Berat seng (W_s) yang melapisi besi dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$W_s = W_1 - W_0$$

Secara teoritis berat seng yang menempel pada besi dalam proses Elektrolisis ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$W = Z \times I \times t$$

dengan :

W	:	berat endapan , gr
I	:	kuat arus , Ampere
t	:	waktu, dt
Z	:	BE / 96.500

Faktor yang Berpengaruh pada Elektrolisis adalah konsentrasi elektrolit, sirkulasi elektrolit, rapat arus, tegangan, jarak anoda-katoda, rasio dan bentuk anoda-katoda, temperatur, daya tembus (*throwing power*), aditif, kontaminasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengambil kembali Zn yang ikut terbuang dalam limbah padat industri galvanis, untuk mengurangi kadar Zn yang terbuang dalam limbah padat industri galvanis, serta untuk mengetahui variabel yang berpengaruh dalam proses elektrolisis (suhu, rapat arus dan jarak anoda katoda).

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan penyelesaian masalah pada pengolahan limbah logam berat (Zn) dari industri galvanis. Sehingga hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh industri untuk merecovery Zn yang dapat digunakan kembali oleh industri tersebut.

2. Pelaksanaan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah larutan HCl 10 % dan limbah padat industri galvanis yang diambil dari P.T. Cerah Sempurna di Semarang Barat. Limbah ini adalah logam yang diambil dari sisa proses Hot Dip Galvanizing/pencelupan panas pada proses pelapisan logam. Limbah ini masih mempunyai kandungan Zn yang masih cukup besar yang mencapai 25 – 30 % berat.

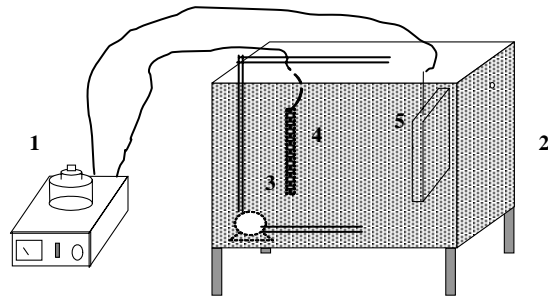
Peralatan yang digunakan adalah alat elektrolisis yang terdiri dari bak elektrolisis, pompa sirkulasi, rectifier, heater dan thermostat. Rangkaian alat percobaan dapat dilihat dalam gambar 1.

Adapun variabel tetap yang digunakan adalah tekanan, sistem operasi batch dan waktu operasi. Dan variabel berubahnya adalah temperatur, voltase dan jarak anoda katoda.

Respon yang diamati adalah berat awal katoda sebelum dielektrolisis dan berat akhir katoda setelah dielektrolisis. Selisih berat awal dan akhir katoda adalah berat logam yang terambil selama proses elektrolisis.

Keterangan :

1. Rectifier
2. Bak elektrolisis
3. Pompa sirkulasi elektrolit
4. Katoda
5. Anoda



Gambar 1. Rangkaian Alat Utama

3. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil analisa kadar Zn

Kadar awal Zn dalam limbah padat (dross) adalah 32 %, dan kadar Zn dalam logam yang menempel di katoda 46 %. Kadar Zn yang terambil tidak murni dikarenakan dalam larutan elektrolit, selain mengandung elektrolit Zn, ada juga elektrolit lain yang cukup besar kandungannya, yaitu Fe yang juga terdapat dalam limbah padat. Hal ini menyebabkan Fe ikut terelektrolisis pada kondisi operasi yang sama, karena pada voltase tersebut (7,5 dan 9 volt) sudah mencukupi bagi Fe untuk elektrolisis.

2. Hasil percobaan awal

Pada percobaan awal ini dilakukan sebanyak 8 kali percobaan. Percobaan ini menggunakan variabel temperatur, voltase dan jarak anoda – katoda yang bertujuan untuk mengetahui variabel mana yang paling berpengaruh. Variabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Variabel berubah

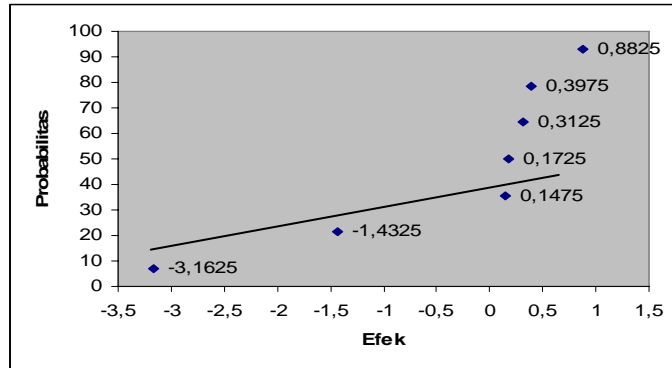
Level	Temperatur($^{\circ}$ C)	Voltase (Volt)	Jarak Anoda Katoda (cm)
Level Atas (+)	50	9	20
Level Bawah (-)	30	7,5	10

Dari percobaan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3.2. Hasil Percobaan Awal

Run	Suhu ($^{\circ}$ C)	Voltase (Volt)	Jarak Anoda Katoda (cm)	Berat Awal Katoda (gram)	Berat Akhir Katoda (gram)	Berat Logam yang terambil (gram)
1	+	+	+	50,83	58,21	7.38
2	+	-	-	50,21	57,94	7.73
3	+	-	+	50,29	56,47	6.18
4	+	-	-	51,92	58,42	6.50
5	-	+	+	51,92	56,10	4.18
6	-	+	-	50,83	56,30	5.47
7	-	-	+	50,29	52,09	3.80
8	-	-	-	50,21	55,12	4.91

Hasil analisa untuk variabel yang paling berpengaruh adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan antara efek variabel berpengaruh Vs probabilitas

Dari grafik diatas terlihat bahwa titik paling jauh dari garis normal adalah titik 0,8825(efek temperature). Ini menunjukkan variabel yang paling berpengaruh terhadap elektrolisis logam Zn adalah temperatur.

3. Yield ebagai Fungsi Variabel

Pada percobaan awal dengan menghitung efek temperature(X_1), efek voltase(X_2), efek jarak anoda-katoda (X_3), efek interaksi temperature-voltase(X_{12}), efek interaksi temperature- jarak anoda – katoda (X_{13}), efek interaksi voltase- jarak anoda – katoda (X_{23}), efek interaksi temperature-voltase- jarak anoda – katoda (X_{123}) dan efek rata-rata diperoleh persamaan:

$$Y = 8,4 + 0,8825X_1 - 1,4325X_2 - 3,1625X_3 + 1,1475X_{12} + 0,3975X_{13} + 0,3125X_{23} + 0,1725X_{123}$$

Dari hasil analisa terhadap variabel yang berpengaruh dapat diketahui bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap proses ini berturut – turut adalah temperatur, voltase dan jarak anoda katoda.

Temperatur memberikan efek paling besar dalam percobaan ini, hal ini karena semakin tinggi temperature menyebabkan konduktivitas larutan semakin besar sehingga dapat mempercepat hantaran arus listrik dari anoda menuju katoda. Pada temperature yang tinggi dapat diperoleh rapat arus yang besar dan juga mempertinggi tegangan batas polarisasi.

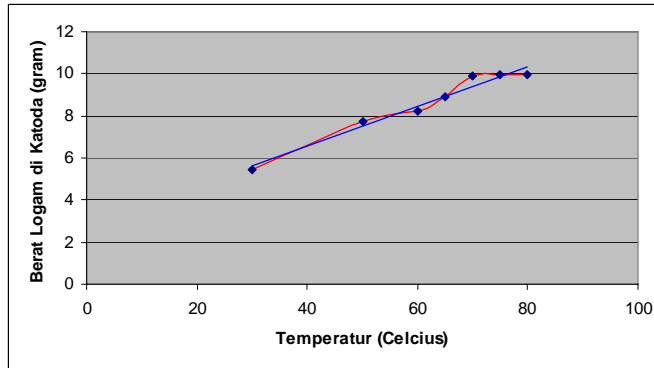
Voltase memberikan efek yang tidak terlalu besar dalam percobaan ini. Tapi tetap memberikan efek yang positif, semakin besar tegangan maka akan semakin besar logam yang terambil dalam proses. Hal ini karena semakin tinggi tegangan maka rapat arus akan menjadi semakin besar. Akan tetapi hal ini dapat menyebabkan terjadinya polarisasi dan tercapainya tegangan batas. Tegangan batas ditandai tidak terjadinya aliran arus melalui larutan elektrolit sehingga tidak ada logam yang akan menempel di katoda.

Jarak anoda katoda memberikan efek negative, hal ini karena semakin besar jarak elektroda maka ion Zn menempel akan semakin sedikit. Hal ini terjadi karena hambatan arus akan menjadi lebih besar jika jarak anoda – katoda semakin jauh, dan konduktivitas menjadi semakin kecil.

4. Hasil Optimasi

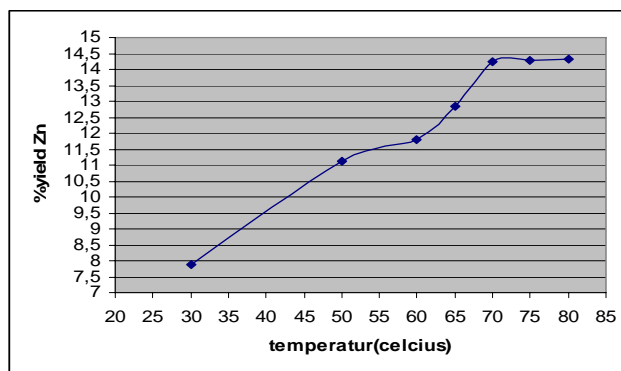
Setelah diketahui variabel yang paling berpengaruh adalah temperatur, maka dilakukan percobaan lanjutan untuk optimasi untuk mengetahui temperatur optimum dalam proses elektrolisis ini.

Bila digambarkan dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Optimasi elektrolisis

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada temperatur 70 °C – 80 °C, berat logam yang terambil/yang menempel di katoda cenderung mulai konstan. Ini menunjukkan bahwa pada temperatur tersebut proses elektrolisis sudah mencapai temperatur yang optimum.



Gambar 4. Grafik Temperatur Vs % Yield Zn

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada temperature 70 °C-80 °C, % yield Zn sudah konstan. Ini menunjukkan bahwa pada temperature tersebut proses elektrolisis sudah mencapai temperature yang optimum.

4. Kesimpulan

1. Variabel yang paling berpengaruh adalah Temperatur kemudian Voltase dan kemudian Jarak Anoda Katoda. Variabel temperatur dan Voltase memberikan efek positif terhadap proses elektrolisis, sementara variabel Jarak Anoda Katoda memberikan efek negatif terhadap proses elektrolisis.
2. Optimasi dari variabel yang paling berpengaruh (Temperatur), didapatkan temperatur optimum dalam proses ini adalah 70 – 80 °C.
3. Kadar kemurnian Zn dalam limbah yang terambil maeningkat dari 32 % menjadi 46 %. Sehingga Zn yang ikut terbuang dalam limbah dapat diambil melalui proses elktrolisis ini dengan kadar kemurnian yang lebih tinggi.

5. Saran

1. Sebelum memulai elektrolisis sebaiknya logam anoda dan katoda dibersihkan terlebih dahulu.
2. Proses pelarutan limbah padat Zn sebaiknya dilakukan di dalam ruang asam.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variabel yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

6. Ucapan Terima Kasih

1. Bapak Dr. Ir. Purwanto, DEA. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan penelitian.
2. Semua Laboran yang telah membantu dalam penyediaan alat dan tempat penelitian.
3. Semua teman dan pihak yang telah memberi dukungan dan doa dalam penelitian, sehingga makalah penelitian ini selesai.

7. Daftar Pustaka

1. An AESF Training Course in Electroplating & Surface Finishing, AESFS, Orlando, 1998.
2. Aguilar R., Martinez S.A., Rodriguez G., and Soto G., 2005, "*Process Analysis for Treatment of Industrial Plating Wastewater: Simulation and Control Approach*", Chemical Engineering Journal
3. Bishop, P.L., 2001, "*Pollution Prevention: Fundamentals and Practice*", McGraw-Hill, Boston.
4. Durney, J., "*Electroplating Engineering Handbook*", 4th.ed., van Nostrand Reinhold, New York,
5. GEF dan GAA, Gravure, 1991, "*Process and Technology*", Gravure Association of America, New York.
6. Irvine, T.H., 1970, "*The Chemical Analysis of Electroplating Solutions*", Chemical Publishing Co., Inc, New York, 1970.
7. Metcal & Eddy, Tcobanoglous,G., Burton, F.L., , 1991, "*Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*", McGraw-Hill, New York.
8. Murphy, M., 1996, "*Metal Finishing*" Guide Book and Directory Issue, Vol. 94, No. 1A.
9. Parthasaradhy, N.V., 1988, "*Practical Electroplating Handbook*", Prentice Hall, New Jersey.
10. Purwanto & Huda, Syamsul, 2005, "*Teknologi Industri Elektroplating*", Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
11. Purwanto, 2004, "*Pengolahan Limbah Elektroplating dengan Pengendapan Menggunakan Koagulan*", bekerja sama dengan Dinas Perindustrian Sidoarjo.