

PENGENDAPAN LOGAM TEMBAGA DENGAN METODA ELEKTROLISIS INTERNAL

Abdul Haris, Ani Dwi Riyanti, Gunawan

Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia
F MIPA Universitas Diponegoro, Semarang 50275

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh waktu elektrolisis, jarak antar elektroda dan penggunaan membran terhadap pengendapan tembaga dengan metoda elektrolisis internal dan aplikasinya pada limbah PCB (Printed Circuit Board). Dari penelitian diketahui bahwa waktu elektrolisis jarak antar elektroda dan penggunaan membran berpengaruh terhadap pengendapan logam tembaga dengan metoda elektrolisis internal. Pengaruh faktor-faktor tersebut adalah waktu berbanding lurus dengan massa tembaga yang mengendap, jarak antar elektroda berbanding terbalik dengan massa tembaga yang mengendap. Metoda elektrolisis internal mampu menurunkan kadar limbah PCB sampai 96,88 %.

Kata kunci: *elektrolisis internal, tembaga*

ABSTRACT

The research has been done to evaluate the effect of electrolysis time, electrode distance, membrane application on copper deposition by internal electrolysis and its application in PCB (Printed Circuit Board). The experimental results showed that electrolysis time, electrode distance and membrane had effect on copper deposition by internal electrolysis method. The electrolysis time is directly proportional to the mass of copper deposited, while electrode distance is indirectly proportional to the mass of copper deposited. The method was to decrease the copper concentration in PCB waste by 96,88 %.

Key words: *internal electrolysis, copper*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis pencemaran lingkungan yang dihadapi saat ini adalah disebabkan oleh logam-logam berat di antaranya adalah logam berat tembaga yang terdapat pada limbah cair. Sumber-sumber penyumbang pencemaran logam berat tembaga dapat berasal dari industri elektronika, penggunaan fungisida dan insektisida yang berlebihan. Jumlah logam tembaga yang diperbolehkan terakumulasi dalam air adalah 1,3 ppm dan bila lebih akan bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan tertentu pada makhluk hidup, sehingga diperlukan langkah-langkah pencegahan berupa pengambilan atau pemisahan logam berat tembaga tersebut.

Salah satu cara pengambilan logam tembaga pada limbah cair dengan metode elektrolisis telah dilakukan oleh Nurindah (2004) memberikan hasil yang kurang memuaskan dan memiliki keterbatasan tentang tingginya biaya

operasional. Metode elektrolisis internal dapat diterapkan untuk memisahkan dan mengambil tembaga dari larutannya dengan arus yang dihasilkannya sendiri, sehingga perlu upaya untuk memperoleh kondisi optimal dalam peningkatan efisiensi pengendapan.

Elektrolisis internal adalah metode elektrolisis yang memungkinkan untuk melakukan elektrolisis tanpa menggunakan potensial dari luar, dengan katoda dan anoda tercelup dalam larutan elektrolit yang sama atau masing-masing elektroda tercelup pada larutan elektrolit yang terpisah dengan dihubungkan oleh jembatan garam. Sistem yang diperoleh adalah sel galvanik dengan logam Zn sebagai anoda akan mentransfer elektron dan masuk ke dalam larutan dalam bentuk ion-ion Zn^{2+} . Elektron yang dihasilkan bergerak melalui kawat tembaga menuju elektroda platina dan ditransfer ke ion-ion Cu^{2+} dan mengendap di katoda. Reaksi spontan dapat terjadi apabila perubahan energi bebas reaksinya

adalah lebih kecil dari nol ($\Delta G_{\text{reaksi}} < 0$), reaksi yang terjadi dalam elektrolisis internal adalah $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$

Menurut Nernst besarnya potensial sel adalah

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{sel}}^0 - \frac{0,059}{2} \log \left(\frac{a_{\text{Cu}} \cdot a_{\text{Zn}^{2+}}}{a_{\text{Cu}^{2+}} \cdot a_{\text{Zn}}} \right)$$

Besarnya E_{sel} dipengaruhi oleh aktivitas dari ion Zn^{2+} dan ion Cu^{2+} . Pada keadaan standar

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{sel}}^0 = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = 1,1 \text{ volt}$$
 yang

berarti dapat berlangsung secara spontan tanpa mensuplai potensial dari luar. Pada elektrolisis internal pengendapan secara sempurna diperlukan waktu yang lama tetapi tidak memerlukan perhatian yang serius selama proses berlangsung. Terjadinya polarisasi pada sel galvani akan memberikan potensial yang lebih rendah terhadap potensial yang diramalkan sebelumnya. Faktor lain yang sangat mempengaruhi metoda elektrolisis internal adalah adanya *contact precipitation* pada anoda, hal ini dapat diatasi dengan melapisi anoda yang digunakan dengan membran. Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh waktu elektrolisis, jarak antar elektroda dan penggunaan membran pada elektrolisis internal terhadap peningkatan efisiensi pengendapan Cu pada katoda dari limbah cair. Kelanjutan hasil penelitian ini dapat difungsikan pada perancangan metoda elektrolisis internal pada industri yang banyak membuang limbah logam berat yang tidak jarang terdapat dengan kadar yang cukup tinggi dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, padahal sangat potensial untuk ditambang kembali.

METODA PENELITIAN

Bahan yang digunakan: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ p.a, HNO_3 p.a, aseton, membran agar, HCl p.a

Alat yang gunakan: set elektrolisis, plat platina, plat seng, hot plate multimeter, neraca analitik, AAS dan alat gelas.

Preparasi reagen

Pembuatan larutan CuSO_4 0,05 M: kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ditimbang seberat 12,475 gram dilarutkan dalam 100 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai batas.

Pembuatan limbah tiruan: lembar PCB ukuran 5x 5 cm dilarutkan dalam 100 mL FeCl_3 dalam labu ukur 500 mL, ditambahkan akuades sampai batas.

Desain alat

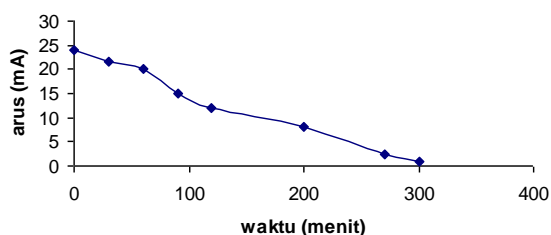
Katoda plat platina ukuran 3,5x 2 cm dihubungkan dengan anoda plat seng 3,5 x 1 cm dengan kabel tembaga. Katoda dan anoda dicelupkan dalam larutan kemudian dihubungkan dengan multimeter.

Percobaan

Larutan CuSO_4 sebanyak 50 ml dipanaskan sampai suhu 60-65°C permukaan katoda dan anoda dibersihkan, keduanya disambungkan, kemudian dimasukan dalam larutan. Suhu larutan dijaga tetap, dan di biarkan elektroda di dalam larutan. Elektrolisis di lakukan dengan variasi waktu 30; 60; 90; 120; 200; 270 dan 300 menit dan variasi jarak antara elektroda 1; 2; 2,5; 3 dan 3,5 cm. Elektrolisis internal menggunakan membran agar pada limbah tiruan dilakukan selama 300 menit dan jarak antara elektroda 1cm Kuantitas tembaga yang mengendap pada katoda dianalisis dengan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses elektrolisis dengan elektrolit CuSO_4 anoda seng akan teroksidasi dan kation Cu^{2+} dari elektrolit akan tereduksi dan mengendap pada katoda. Pemanasan pada temperatur 60-65°C dimaksudkan untuk mempercepat migrasi elektron dari anoda menuju katoda. Harga potensial sel awal yang timbul adalah +1,0 volt dan mengalami penurunan arus selama elektrolisis berlangsung sejalan dengan menurunnya konsentrasi elektrolit dalam larutan.



Gambar 1. Pertautan waktu elektrolisis terhadap penurunan arus

Terjadinya polarisasi pada sel elektrolisis internal ini memberikan potensial yang lebih rendah bila dibandingkan dengan potensial yang diramalkan sebelumnya yang disebabkan komposisi elektrolit dan temperatur larutan.

Pengaruh waktu elektrolisis terhadap massa hasil endapan dan perhitungan efisiensi pengendapan disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 1. Efisiensi pengendapan elektrolisis pada variasi waktu

Waktu (menit)	M ₁ (mg)	M ₂ (mg)	Efisiensi (%)
30	7,73	16,14	47,88
60	8,58	27,41	31,30
90	15,08	35,27	42,76
120	16,03	40,75	39,34
200	18,02	47,76	37,85
270	18,69	51,31	36,42
300	19,24	51,94	37,04

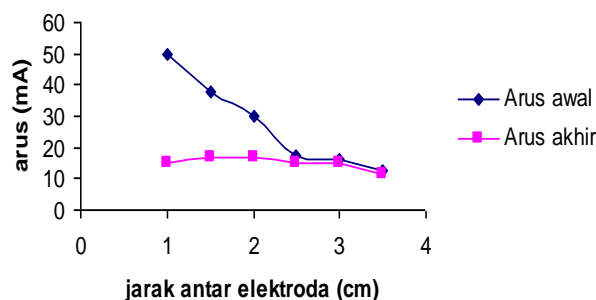
Keterangan

M₁ : massa tembaga yang mengendap secara praktek

M₂ : massa tembaga yang mengendap secara teori

Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka semakin menurun efisiensi pengendapan karena hambatan elektrolit semakin meningkat, dan arus yang digunakan semakin kecil.

Elektrolisis dilakukan pada variasi jarak antar elektroda 1 cm sampai 3,5 cm. Grafik pertautan arus yang terjadi dengan jarak antar elektroda ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh jarak antar elektroda terhadap arus elektrolisis

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa semakin panjang jarak elektroda maka semakin kecil arus yang digunakan, mengakibatkan mobilitas ion di dalam larutan kecil sehingga tidak cukup untuk mengangkut reaktan menuju atau dari permukaan elektroda pada laju yang dibutuhkan oleh arus secara kontinyu, akibatnya endapan yang terbentuk semakin sedikit.

Kelemahan utama dari metoda elektrolisis internal dikenal dengan *contact precipitation* yaitu penempelan logam pada anoda karena adanya oksidasi yang semakin lama akan terbentuk endapan yang menutupi plat seng sehingga menghambat proses transfer elektron, maka untuk mencegah hal tersebut anoda dilapisi dengan membran. Membran yang digunakan adalah membran agar. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa massa tembaga yang mengendap tanpa menggunakan membran lebih besar yaitu 18,69 mg dari pada dengan menggunakan membran sebesar 14,67 mg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan membran, jumlah tembaga yang mengendap lebih sedikit disebabkan oleh dua kemungkinan, yang pertama yaitu membran agar ikut larut dalam larutan elektrolit sehingga anoda tidak cukup terlindungi dari proses oksidasi lebih lanjut. Kedua adanya potensial membran yang menghalangi potensial sel yang disebut *liquid junction membrane*. Kelemahan lain dari metoda elektrolisis internal adalah waktu yang digunakan relatif lebih lama dibandingkan dengan metoda elektrolisis.

KESIMPULAN

Metoda elektrolisis internal dapat digunakan untuk mengendapkan tembaga dalam larutan, dengan meningkatnya waktu maka endapan tembaga yang terbentuk semakin banyak dengan efisiensi pengendapan semakin kecil. Semakin panjang jarak antar elektroda mengakibatkan massa endapan yang terendapkan semakin sedikit. Membran agar tidak mampu meningkatkan tembaga yang mengendap, sehingga perlu dilakukan nasing-masing elektroda tercelup pada larutan elektrolit yang terpisah dengan dihubungkan oleh jembatan garam yang terdispersi dalam agar-agar. Aplikasi elektrolisis internal pada limbah tiruan hanya mampu menurunkan kadar tembaga dari konsentrasi 179,7 ppm menjadi 5,6 ppm sedangkan logam tembaga yang diperbolehkan terakumulasi dalam air adalah 1,3 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada kepala Laboratorium Kimia Analitik Universitas Diponegoro yang telah memberikan sarana dalam penelitian ini, juga kami sampaikan kepada Bp. Didik S Widodo atas saran dan koreksi yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Crow, D.R., 1998, *Principles and Application of Electrochemistry*, Chapman and Hall Inc.: London, pp: 200-202
- Douglas, M., Considine, P.E., 1984, *Encyclopedia of Chemistry*, 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, pp.: 287-292
- Imam Khasani, S., dkk. 1995., *Cara Memperoleh Kembali Tembaga dan Amonia dari Limbah Industri Pembuat PCB*, Buletin IPT, pp.: 25-28.
- Kirk, R.E., Othmer, D.F., 1983, *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol.8; The Interscience Encyclopedia Inc.: New York; p.p: 147-176
- Reger, Weiner, Gilkerson, 1993, *Experimentation and Analysis in Chemistry Laboratory*, Sounder College, pp.: 371-378

Skoog, D.A., West, D.M., 1971, *Principles of Instrumental Analysis*, Philadelphia: Stanford University Sounders College Publishing, pp.:532-534.