

PENURUNAN KADAR ION LOGAM TEMBAGA (CU) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN METODE ELEKTRODEPOSISI

DECREASED LEVEL OF METAL IONS OF COPPER (CU) IN THE ELECTROPLATING INDUSTRY WASTE WATER USING ELECTRODEPOSITION METHOD

Tangke Veronika*, Bohari Yusuf, Rahmat Gunawan

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mulawarman. Jalan Barong Tongkok, Gn. Kelua, Samarinda

*Corresponding author: tangkeveronika@gmail.com

Submit : 22 Februari 2018 Accepted : 25 Mei 2018

ABSTRACT

The reduction of copper concentration in the electroplating industry wastewater by electrodeposition method by means of Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The result of research showed that degradation and is big of elimination percent of copper metal have with the effect of time contact and voltage at optimum hence in getting results of final concentration of iron (Fe) successive plate 4,02 ppm and 2,84 ppm of concentration early 35,86 ppm and elimination percent of exclusion at optimum parameter in getting result successive 88,403 % and 92,069 %. While the results of the final concentration of Aluminium (Al) successive plate 2,38 ppm dan 2,22 ppm of concentration early 35,86 ppm and elimination percent of exclusion at optimum parameter in getting result successive 93,363 % dan 93,814%.

Keywords: *Electrodeposition, Electroplating industry wastewater, Copper (Cu), Iron (Fe) and Aluminium (Al)*

PENDAHULUAN

Salah satu sektor industri yang memberikan kontribusi di dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi adalah industri pelapisan logam (elektroplating). Elektroplating adalah proses pelapisan logam melibatkan reaksi elektrokimia. Elektroplating diaplikasikan antara lain dalam industri elektronika, konstruksi pabrik, peralatan rumah tangga, otomotif dan lain-lain [1]. Limbah yang dihasilkan dari proses elektroplating merupakan limbah logam berat yang diperoleh akibat penggunaan logam-logam berat itu sendiri pada proses elektroplating. Beberapa unsur logam yang terdapat dalam limbah cair elektroplating antara lain besi, krom, seng, nikel, mangan, dan tembaga [2].

Logam-logam berat yang terdapat dalam limbah menyebabkan beberapa akibat negatif, tetapi yang terutama adalah kerusakan jaringan, terutama jaringan hati dan ginjal. Beberapa logam memiliki sifat karsinogenik (pembentuk kanker) misalnya kromium [3].

Elektrolisis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menggurangi atau mengurangi pencemaran logam di lingkungan, khususnya pencemaran yang terjadi di perairan. Elektrolisis merupakan suatu

peristiwa dimana suatu larutan akan diuraikan menjadi ion-ion, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkan kedalam larutan elektrolit elektron dan anion akan mengalami oksidasi karena melepas elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda.

Banyak penelitian tentang elektrolisis yang dilakukan untuk menanggulangi limbah hasil proses industri sebagai pencemar lingkungan. Dalam limbah industri banyak mengandung jenis logam, dimana ketika dielektrolisis maka logam-logam tersebut akan terurai menjadi ion dan menempel pada elektroda setelah dialiri arus listrik. Hal ini dapat mengurangi sensitifitas elektroda dalam proses elektrolisis untuk mengurangi kadar logam yang dimaksud, dimana semua logam yang terdapat dalam limbah tersebut akan ikut menempel pada elektroda.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian ini untuk menguji efektifitas metode elektrodeposisi dalam menurunkan kadar logam di dalam air khususnya logam Cu pada limbah industri elektroplating menggunakan elektroda tembaga sebagai katoda

dan besi serta aluminium sebagai anoda [4]. Variansi yang digunakan ialah variasi waktu, dan variasi kuat tegangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang secara eksperimental yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan analisis laboratorium, yang meliputi persiapan semua bahan-bahan baku. Dalam penelitian ini dilanjutkan dengan pengambilan sampel yang berupa limbah cair elektroplating, lalu dilakukan pengujian kadar logam Cu pada awalnya sebagai data control. Lalu dilanjutkan dengan merangkai alat elektrolisis dan dilakukan penurunan kadar logam tembaga (Cu) menggunakan elektroda yang berbeda yaitu Cu sebagai katoda dan Al serta Fe sebagai anoda dengan parameter variasi berupa penentuan lama waktu kontak dan kuat tegangan yang dapat digunakan dalam proses elektrokoagulasi, diharapkan pada proses ini kadar logam Cu yang ada dapat diturunkan agar limbah cair elektroplating dapat diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain beaker glass, adaptor DC sebagai sumber arus, rangkaian alat elektrolisis, penjepit tabung, Stopwatch, neraca analitik, corong kaca, pipet ukur, pH universal, labu ukur 50 mL dan 100 mL, gelas ukur, botol semprot, botol bensin, gunting, botol vial dan *Atomic Absorbption Spectroscopy* (AAS).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah cair elektroplating, plat Al, plat Fe, kawat Cu, aquades, kertas saring, tissue, amplas dan kertas label. plat besi (Fe) (dimensi : lebar 3 cm, tebal 0,3 cm dan panjang 15 cm), plat aluminium (Al) (dimensi : lebar 2,5 cm, tebal 0,2 cm dan panjang 15 cm) dan kawat tembaga ukuran 1,20 mm.

Prosedur Penelitian

Rangkaian alat elektrolisis

Rangkaian alat elektrolisis disusun dengan cara elektroda aluminium (Al) atau besi (Fe) diletakkan ditengan kawat tembaga (Cu) yang berbentuk kumparan yang kemudian dijepit dengan penjepit tabung agar kedua elektroda tidak bergeser. Selanjutnya sepasang elektroda (anoda

dan katoda) yang telah direkatkan tersebut diletakkan didalam aquarium yang berisi sampel dengan posisi menggantung sehingga elektroda terendam sebagian dalam sampel dengan bantuan penjepit tabung dan dijepitkan kabel pada bagian atas elektroda (anoda dan katoda), kabel tersebut kemudian sisi lainnya dihubungkan dengan adaptor AC-DC yang telah diberi daya listrik dan disetel sesuai pengaturannya.

Pengaruh Kuat Tegangan

Seperangkat alat elektrolisis dirangkai, limbah cair elektroplating 300 mL dimasukkan ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat, kemudian tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada variasi tegangan 3, 6, 9 dan 12 volt dengan lama waktu kontak 120 menit. Dimatikan adaptor dan diambil hasil cuplikan elektrolisis kemudian disaring, lalu dianalisis menggunakan AAS. Ditentukan tegangan optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

Pengaruh Lama Waktu Kontak

Dirangkai alat elektrolisis, kemudian dimasukkan sebanyak 300 mL sampel limbah cair elektroplating ke dalam wadah sampel pada rangkaian alat elektrokoagulasi pada variasi lama waktu kontak 30, 60, 90 dan 120 menit, diatur kuat tegangan adaptor pada tegangan 12 volt. Dimatikan adaptor dan diambil cuplikan hasil elektrolisis setelah itu cuplikan hasil elektrolisis disaring, lalu dianalisis dengan menggunakan AAS. Ditentukan waktu optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

Persen penurunan diketahui dengan persamaan:

$$\frac{(\text{Kadar Cuawal} - \text{Kadar Cuakhir})}{\text{Kadar Cuawal}} \times 100\% \quad [5]$$

Selisih massa katoda diketahui dengan persamaan:

$$\text{Berat katoda akhir} - \text{Berat katoda awal} \quad [6]$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

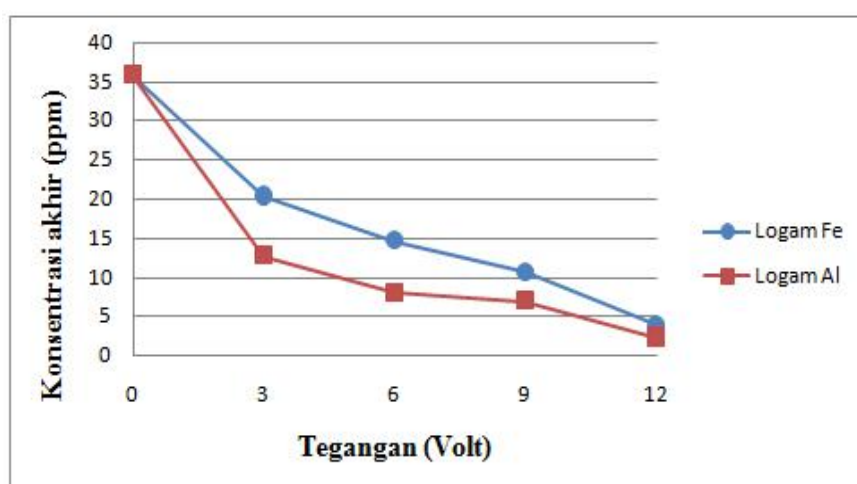
Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada proses elektrodeposisi didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1.Parameter Kuat Tegangan Terhadap Penurunan Kadar Ion Logam Cu Menggunakan Elektroda Fe dan Cu.

No	Parameter (Volt)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Selisih massa Cu di katoda setelah dielektrolisis (mg)	% Penyisihan
1	3	35,86	20,41	0,2	43,078%
2	6	35,86	14,69	0,3	59,035%
3	9	35,86	10,75	0,4	70,034%
4	12	35,86	4,02	0,5	88,403%

Tabel 2.Parameter Kuat Tegangan Terhadap Penurunan Kadar Ion Logam Cu Menggunakan Elektroda Al dan Cu.

No	Parameter (Volt)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Selisih massa Cu di katoda setelah dielektrolisis (mg)	% Penyisihan
1	3	35,86	12,78	0,3	64,351%
2	6	35,86	8,09	0,4	77,439%
3	9	35,86	6,97	0,5	80,568%
4	12	35,86	2,38	0,7	93,363%



Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi Cu (mg/L) yang tersisihkan dalam larutan terhadap kuat tegangan (volt) setelah elektrolisis

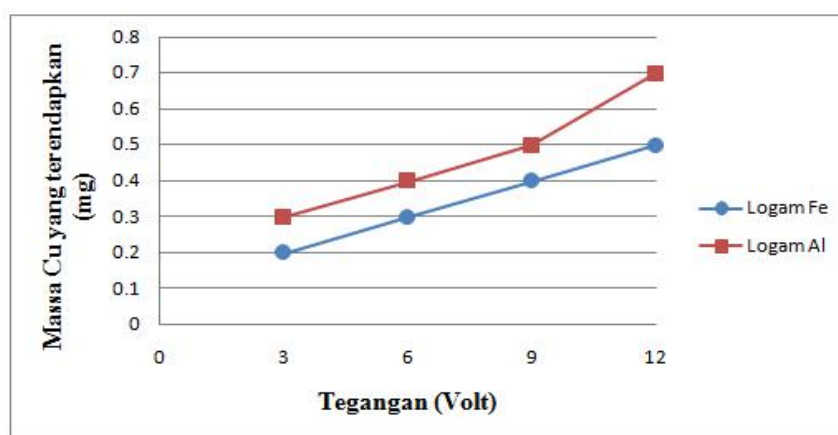
Penurunan kadar ion logam Cu tertinggi pada kuat tegangan 12 volt dan merupakan kuat tegangan optimum karena pada tegangan tersebut

terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan dimana, semakin tinggi besar potensial tegangan listrik pada proses elektrolisis maka akan semakin

baik pula terhadap penurunan kadar konsentrasi logam berat pada larutan sampel. Hal ini diakibatkan karena adanya pengaruh tegangan listrik yang memiliki daya semakin besar untuk melepas ion Fe^{2+} dan Al^{3+} dari anoda (oksidasi) yang kemudian akan berikatan dengan ion OH^- yang berasal dari proses reduksi (katoda) terhadap air dan membentuk $Fe(OH)_2$ dan $Al(OH)_3$ yang kemudian mengikat logam tembaga (Cu) dan mengendap didasar bejana sedangkan ion logam berat sebagian yang lolos bergerak menuju katoda kemudian tereduksi sehingga kadar ion logam tembaga pada sampel dapat lebih berkurang. Dengan begitu dapat diambil kesimpulan bahwa

pada saat proses elektrolisis berlangsung yaitu semakin bertambahnya kuat tegangan maka akan semakin banyak flok yang terbentuk dan menempel di katoda pada proses elektrolisis. Karena, semakin besar kuat tegangan yang diberikan maka reaksi redoks yang terjadi pada anoda dan katoda akan semakin kuat berlangsung sehingga flok-flok yang terbentuk akan semakin banyak, maka semakin besar persen penyisihan yang dihasilkan.

Berikut merupakan grafik hubungan massa yang terendapkan pada katoda dengan kuat tegangan yang digunakan.



Gambar 2. Grafik hubungan kuat tegangan (volt) terhadap massa Cu (mg) yang terendapkan dikatoda setelah elektrolisis.

Grafik hubungan antara massa yang terendapkan pada katoda dengan tegangan yang digunakan dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan penambahan massa yang terendapkan di katoda tidak begitu besar,

disebabkan karena beberapa hal seperti katoda ditimbang pada saat belum kering, terlalu cepat mengangkat elektroda dari larutan menyebabkan Cu yang telah menempel dikatoda kembali kelarutan.

Tabel 3. Parameter Lama Waktu Konta Terhadap Penurunan Kadar Ion Logam Cu Menggunakan Elektroda Fe dan Cu.

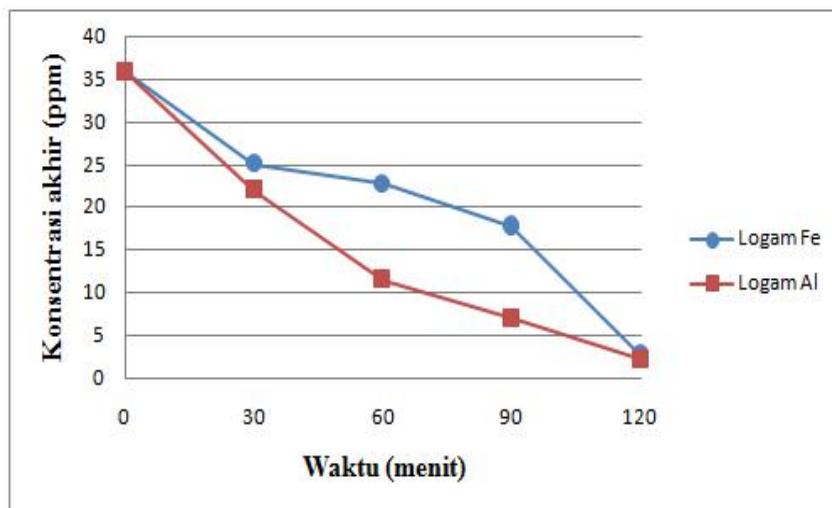
No	Parameter (Menit)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Selisih massa Cu di katoda setelah dielektrolisis (mg)	% Penyisihan
1	30	35,86	25,12	0,2	29,945%
2	60	35,86	22,76	0,38	36,538%
3	90	35,86	17,84	0,58	50,259%
4	120	35,86	2,84	0,8	92,069%

Tabel 4. Parameter Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Ion Logam Cu Menggunakan Elektroda Al dan Cu.

No	Parameter (Menit)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Selisih massa Cu di katoda setelah dielektrolisis (mg)	% Penyisihan
1	30	35,86	22,01	0,2	38,624%
2	60	35,86	11,58	0,4	67,700%
3	90	35,86	7,12	0,6	80,152%
4	120	35,86	2,22	0,87	93,814%

Berikut merupakan grafik hubungan antara konsentrasi ion Cu(II) dengan lama waktu elektrolisis. Semakin lama waktu yang diberikan semakin besar pula ion Cu(II) yang tersisihkan,

namun flok dan gas hidrogen yang terbentuk pun semakin banyak akibat reaksi samping dari proses elektrolisis

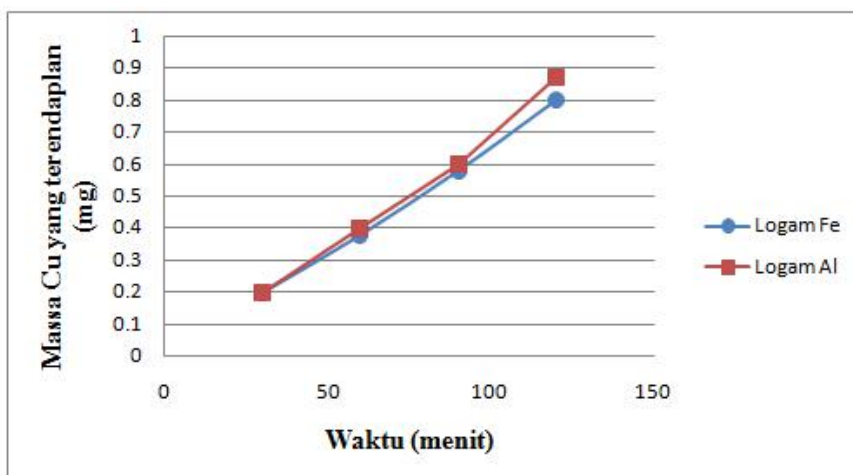


Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi Cu (mg/L) yang tersisihkan dalam larutan terhadap waktu kontak (menit) setelah elektrolisis

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar ion logam Cu tertinggi pada waktu kontak 120 menit dan merupakan waktu optimum, karena pada tegangan tersebut terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan. Selain itu juga, dari data yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa setiap perubahan waktu akan menghasilkan efisiensi penyisihan yang berbeda. Dimana semakin lama waktu yang digunakan maka akan semakin banyak massa yang terendapkan pada katoda dengan lama waktu elektrolisis yang digunakan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu elektrolisis

banyak flok yang terbentuk dan akan semakin banyak koagulan mengikat pengotor-pengotor yang ada di dalam limbah elektroplating, sehingga Fe(OH)₂ atau Al(OH)₃ yang terjadi dari reaksi elektrolisis ini yang akan mengikat pengotor di dalam sampel limbah. Sehingga semakin lama waktu kontakannya maka semakin tinggi pula nilai efisiensi penyisihannya yang mencapai 99%.

Grafik hubungan antara massa yang terendapkan pada katoda dengan lama waktu menyebabkan bertambahnya massa yang terendapkan dikatoda semakin besar.



Gambar 4. Grafik hubungan konsentrasi Cu (mg/L) yang tersisihkan dalam larutan terhadap waktu kontak (menit) setelah elektrolisis

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tegangan diperoleh konsentrasi akhir plat Fe sebesar 4,02 ppm dari konsentrasi awal 35,86 ppm dan pada kuat tegangan dengan plat Al diperoleh konsentrasi akhir sebesar 2,38 ppm dari konsentrasi awal 35,86 ppm. Pada lama waktu kontak diperoleh konsentrasi akhir plat Fe sebesar 2,84 ppm dari konsentrasi awal 35,86 ppm dan pada parameter lama waktu kontak dengan plat Al diperoleh konsentrasi akhir sebesar 2,22 ppm dari konsentrasi awal 35,86 ppm. Pada kuat tegangan optimum plat Fe menghasilkan besar persen penyisihan hingga 92,068 % dan 88,403 % pada lama waktu kontak optimum dengan plat Al menghasilkan besar persen penyisihan hingga 93,814 % dan 93,363 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Purwanto. 2005. *Permodelan Rekayasa Proses dan Lingkungan*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

- [2] Pratiwi, A. 2015. *Analisis Perubahan Kadar Logam Tembaga (Cu) Pada Penambahan Ion Perak (Ag) Dengan Metode elektrokoagulasi*. Samarinda : Jurnal Kimia FMIPA UNMUL Vol. 13 No. 1 November 2015.
- [3] Purwanto dan Syamsul, H. 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [4] Husni, F. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Effluen Ranut (Reaktor Anaerobik Unggun Tetap) Menggunakan Teknik Elektrokoagulasi*. Tesis Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan.
- [5] Azni P. A. S., Djaenudin., Sururi M. R. 2014. *Pengaruh Logam Tembaga Dalam Penyisihan Logam Nikel dari Larutannya Menggunakan Metode Elektrodeposisi*. ITENAS : Bandung
- [6] Haris, A., Suberta, M., Widodo. D. S. 2006. *Pengaruh Bahan Elektroda Pada Pengambilan Cu pada Cd Secara Elektrokimia*. Semarang : FMIPA-UNDIP.