

OPTIMASI KONDISI ELEKTROKOAGULASI ION LOGAM TIMBAL (II) DALAM LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING

OPTIMIZATION OF THE CONDITIONS OF ELECTROCOAGULATION METAL IONS LEAD (II) IN THE ELECTROPLATING WASTEWATER

Oleh: Enny Dwi Cahyanti dan Siti Marwati, *Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*

e-mail: dwicahyantienny@gmail.com dan siti_marwati@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, 1) karakter limbah cair elektroplating, 2) kombinasi elektroda optimum, 3) waktu optimum, 4) rapat arus optimum dan 5) pH optimum. Subjek penelitian adalah ion logam timbal (II). Objek penelitian adalah efisiensi elektrokoagulasi terhadap penurunan konsentrasi ion logam timbal (II). Langkah pertama ialah krakterisasi awal limbah cair elektroplating. Selanjutnya optimasi kombinasi elektroda pelat Al dan Fe. Optimasi waktu dilakukan dengan variasi waktu 30, 60, 90, dan 120 menit. Optimasi rapat arus dilakukan dengan variasi rapat arus 0,00125; 0,00375; 0,00625; dan 0,00875 A/cm². Hasil penelitian karakter awal limbah cair elektroplating tidak berbau, berwarna dan pH ≤ 2,5. Kandungan ion logam timbal (II) melebihi ambang batas. Proses elektrokoagulasi kondisi elektroda optimum adalah Al-Al dengan nilai efisiensi sebesar 75,84%. Waktu optimum adalah 60 menit dengan nilai efisiensi sebesar 75,84%. Rapat arus optimum adalah 0,00875 A/cm² dengan nilai efisiensi sebesar 95,40%. pH optimum adalah 8 dengan nilai efisiensi sebesar 96,90%.

Kata kunci : elektrokoagulasi, elektroda, pH, rapat arus, waktu.

Abstract

This research aims to, 1) determine the characters of electroplating wastewater, 2) optimization of the combination electrodes, 3) optimization of the time, 4) optimization of the current density, and 5) optimization of the pH. The subjects of this research was metal ions lead (II). The object of this research was the efficiency of electrocoagulation decrease concentration of metal ions lead (II). Initial characterization of the electroplating wastewater. Optimization of the combination electrodes was treated on variations in Al and Fe.. Optimization of the time was treated variations of 30, 60, 90 and 120 minutes. Optimization of the current density was treated variations of 0.00125; 0.00375; 0.00625; and 0.00875 A/cm². Optimization of the pH was treated on variations beginning 2,5; 4; 8; 10; and 12. The research showed that the initial characterization of electroplating

wastewater was odorless, colored and $pH \leq 2,5$. Ions metal lead (II) content exceeds the threshold. Electrocoagulation optimization of the combinations electrodes with is Al-Al the value efficiency of 75.84%. Optimization of the time is 60 minutes with the value efficiency of 75.84%. Optimization of the current density is 0.00875 A/cm^2 with the value efficiency of 95.40%. Optimization of the pH is 8 with a value efficiency of 96.90%.

Keywords: *electrocoagulation, electrode, time, current density, pH.*

PENDAHULUAN

Industri elektroplating merupakan salah satu industri di Indonesia yang berkembang semakin pesat. Perkembangan ini juga memberikan dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positifnya berupa beragamnya produk-produk elektroplating yang banyak diminati oleh masyarakat sesuai dengan kemajuan zaman yang semakin modern. Dampak negatifnya adalah meningkatnya limbah cair elektroplating yang mengandung ion-ion logam berat yang berbahaya. Limbah cair elektroplating mengandung bahan berbahaya beracun (B3) [1]. Air limbah industri elektroplating mengandung berbagai jenis logam berat. Salah satu ion logam yang sangat berbahaya adalah Pb atau timbal. Daya racun yang akut pada perairan menyebabkan kerusakan hebat

pada ginjal, sistem reproduksi, hati dan otak serta sistem saraf, hingga menyebabkan kematian [2].

Beberapa metode untuk pengolahan limbah cair elektroplating sebenarnya telah banyak dilakukan oleh praktisi industri, tetapi belum berhasil secara maksimal. Berbagai metode yang telah berkembang saat ini antara lain metode presipitasi [3], metode adsorpsi [4], dan secara elektrokimia [5]. Metode-metode ini mempunyai kekurangan dan kelebihan. Kekurangan pada masing-masing metode yang digunakan tersebut belum memberikan hasil yang maksimal untuk mengolah limbah cair elektroplating.

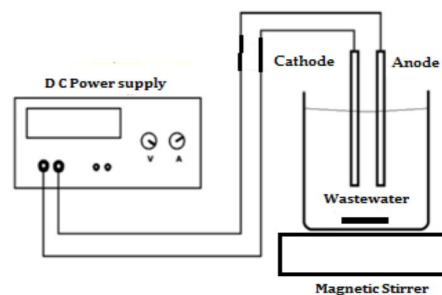
Berdasarkan metode yang telah digunakan untuk mengolah limbah cair

elektroplating tersebut belum maksimal, maka perlu adanya alternatif untuk mengolah limbah cair elektroplating untuk mengurangi bahkan menghilangkan logam-logam berat khususnya logam Pb (Timbal) dengan menggunakan metode elektrokoagulasi. Metode elektrokoagulasi ialah metode gabungan antara metode elektrokimia dan flokulasi-koagulasi. Menurut [6], kelebihan elektrokoagulasi ini sama dengan flok yang terbentuk pada umumnya, tetapi lebih cepat mereduksi kandungan koloid atau partikel yang paling kecil, dan gelembung gas yang dihasilkan dapat membawa polutan ke atas air sehingga dapat dengan mudah dihilangkan. Elektrokoagulasi memerlukan kondisi-kondisi operasional optimum. Optimasi ini meliputi optimasi kombinasi elektroda, optimasi waktu, optimasi rapat arus, dan optimasi pH Kondisi optimum.

METODE PENELITIAN

Limbah cair elektroplating dikarakterisasi terlebih dahulu dengan cara fisika (bau, pH, warna, dan suhu),

dan cara kimia sesuai dengan Standar Baku Mutu. Selanjutnya alat dirangkai seperti Gambar 2.



Gambar 1. Skema Rangkaian Alat

Elektroda yang digunakan adalah lempengan aluminium sebagai anoda (kutub negatif) dan besi sebagai katoda (kutub positif). Sampel limbah cair elektroplating sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 mL yang diletakkan di bagian tengah *magnetic stirrer* untuk diatur dengan putaran skala 7 rpm dan menggunakan *magnetic bar*. Menghidupkan sumber arus DC pada tegangan listrik 1 volt. Setelah rangkaian alat selesai dirangkai, selanjutnya proses elektrokoagulasi dilakukan selama 60 menit dengan berbagai perubahan yang terjadi. Setelah proses elektrokoagulasi selesai sampel disaring, kemudian filtrat dianalisis

menggunakan AAS untuk memperoleh konsentrasi ion logam timbal (II) setelah dielektrokoagulasi. Mengulangi langkah yang sama seperti di atas dengan hasil kondisi optimum dari variasi kombinasi elektroda dengan parameter optimasi tahap selanjutnya yaitu variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit.

Tahap selanjutnya parameter optimasi rapat arus variasi 0,02; 0,06; 0,1; dan 0,14 A/cm². Tahap optimasi yang terakhir pada optimasi pH dengan variasi pH awal, 8, 10, dan 12. Selanjutnya setelah hasil dari konsentrasi ion logam timbal (II) diketahui di hitung menggunakan rumus :

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

C₀ = Konsentrasi awal ion logam timbal (II) sebelum dielektrokoagulasi ppm (mg/L)

C₁ = Konsentrasi setelah dielektrokoagulasi ppm (mg/L).

HASIL DAN DISKUSI

Karakterisasi Limbah Cair Elektroplating

Hasil karakterisasi limbah cair elektroplating sesuai dengan Standar Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Pelapisan Logam Peraturan Gubernur Provinsi DIY No: 7 Tahun 2011 pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Hasil Uji Karakterisasi Limbah Cair Elektroplating dengan Metode AAS.

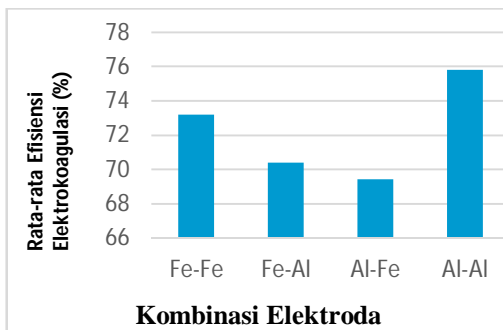
Parameter	Satuan	Hasil	Standar Baku Mutu
Bau	-	Tidak berbau	-
pH	-	2,3	6,8-9
Suhu	°C	28,4	28,2±3,0
Warna	Skala TCU	100	50
TDS	mg/L	1694	1500
Cl ⁻	mg/L	37,48	600
Kesadahan	mg/L	<3,27	500
SO ₄ ²⁻	mg/L	1695,000*	400
F ⁻	mg/L	0,630	1,5
NO ₂ ⁻	mg/L	<0,001	1,0
NO ₃ ⁻	mg/L	9,003	10
Fe	mg/L	0,065	1,0
Cd	mg/L	0,086*	0,005
Cr ⁶⁺	mg/L	0,024	0,05
Mn	mg/L	0,162	0,5
Pb	mg/L	0,295*	0,05
CN ⁻	mg/L	<0,006	0,1
Zn	mg/L	1,965*	1,0
Detergent	mg/L	0,297	0,5
TSS	mg/L	5,000*	20
Cu	mg/L	11,455*	0,5
Konduktivitas	µmhos/cm	2590,0	1562,5

*) Melebihi batas standar baku mutu

Hasil karakterisasi awal limbah cair elektroplating tersebut bahwa limbah ini tergolong limbah cair yang berbahaya dan harus dilakukan pengolahan limbah agar tidak mencemari lingkungan, khususnya ion logam timbal (II) memiliki konsentrasi sebesar 0,2947 ppm dan melebihi ambang batas.

Optimasi Kombinasi Elektroda

Optimasi kombinasi elektroda ini dilakukan kombinasi antara katoda-anoda plat Fe dengan Al yaitu Fe-Fe, Fe-Al, Al-Fe dan Al-Al dengan waktu 60 menit, dan hasil optimasi pada Gambar 2. Menunjukkan bahwa kombinasi elektroda Al-Al mempunyai efisiensi maksimum yakni sebesar 75,84%.

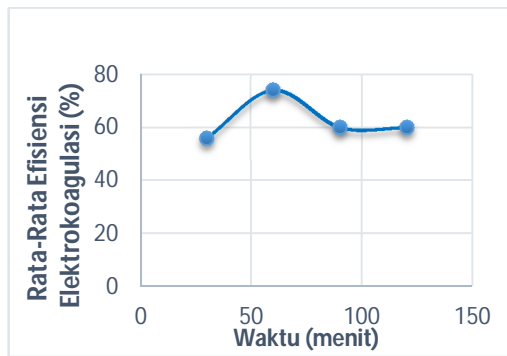


Gambar 2. Hasil Optimasi Kombinasi Elektroda

Oleh karena itu elektroda Al-Al merupakan elektroda optimum. Kombinasi ini digunakan untuk optimasi selanjutnya. Flok yang terbentuk pada kombinasi Al-Al paling banyak diantara yang lain karena elektroda Alumunium mudah membentuk membentuk hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan polimer hidroksil kompleks. Semakin banyak flok yang terbentuk maka polutan yang terjerap juga semakin banyak sehingga lebih optimal mengurangi polutan yang ada di dalam limbah cair elektroplating.

Optimasi Waktu

Optimasi selanjutnya ialah optimasi waktu yang digunakan untuk mencapai hasil yang optimum dari berbagai variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit dengan menggunakan kombinasi elektroda Al-Al dengan nilai efisiensi maksimum 75,84%, dan hasil optimasi pada Gambar 3.

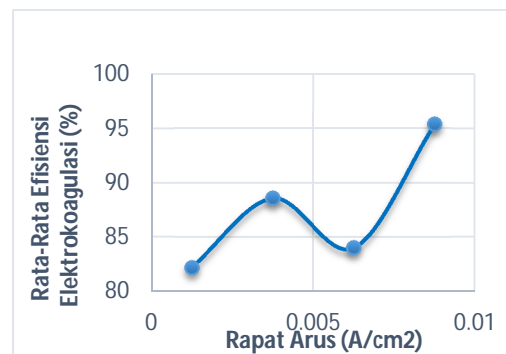


Gambar 3. Hasil Optimasi Waktu

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung maka penurunan konsentrasi ion logam timbal (II) semakin berkurang, hal ini karena beberapa faktor. Faktor yang menyebabkan semakin lama proses waktu yang dilakukan semakin berkurang ialah plat aluminium yang digunakan sehingga elektroda berdasarkan analisis menggunakan metode XRF terdapat terdapat logam Pb sebesar $7,468 \pm 0,439$ %, hal ini mengakibatkan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung maka ion logam timbal (II) yang berada di dalam plat aluminium akan ikut terlarut dan tercampur di dalam limbah cair elektroplating.

Optimasi Rapat Arus

Optimasi rapat arus ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui rapat arus optimum untuk digunakan proses elektrokoagulasi pengurangan ion logam timbal (II) pada tahap selanjutnya. Optimasi pH ini melanjutkan optimasi sebelumnya maka tahap selanjutnya ialah optimasi rapat arus yang tepat untuk menghasilkan kondisi yang lebih optimum. Variasi rapat arus yang digunakan pada proses elektrokoagulasi ini yaitu 0,00125; 0,00375; 0,00625; dan 0,00875 A/cm². Data tersebut kemudian dapat diperoleh grafik hubungan antara nilai efisiensi dengan rapat arus berikut:

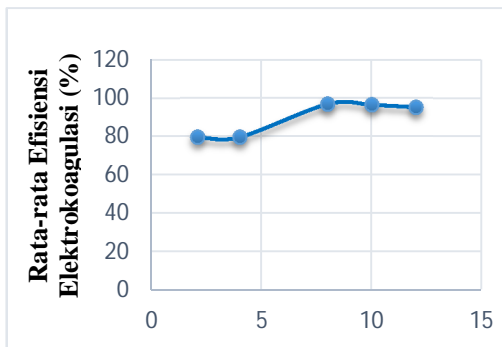


Gambar 4. Grafik Hasil Optimasi Rapat Arus.

Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu optimum berada pada rapat arus $0,00875 \text{ A/cm}^2$ dengan nilai efisiensi maksimum yaitu sebanyak 95,40%.

Optimasi pH

Parameter optimasi pH ini dilakukan variasi pH yaitu awal, 4, 8, 10 dan 12. Optimasi pH ini menggunakan larutan NH_4OH 5 M untuk pengaturan pH. Hasil nilai efisiensi yang diperoleh dari optimasi pH awal, 4, 8, 10 dan 12 ini secara berturut-turut adalah 79,724%, 79,826%, 96,895%, 96,521% dan 95,198%. Dari data tersebut di atas kemudian dibuat grafik.



Gambar 5. Grafik Hasil Optimasi pH

Gambar tersebut menunjukkan bahwa pH optimum berada pada pH 8, hal ini karena memiliki nilai efisiensi elektrokoagulasi tertinggi, sehingga kondisi optimal pada pH 8 dengan

menunjukkan nilai efisiensi tertinggi yaitu 96,90%. Di suasana pH 8, terdapat banyak flok dari polutan dan kotoran yang diendapkan semakin banyak mencapai titik maksimal, namun kembali turun mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik limbah cair elektroplating sebelum proses elektrokoagulasi dari segi fisika ialah tidak berbau, berwarna, suhu 27°C , pH sekitar asam $\leq 2,5$. Dari segi kimia dengan menggunakan AAS kandungan ion logam timbal (II) melebihi ambang batas.
2. Kombinasi elektoda optimum pada proses elektrokoagulasi ion logam timbal (II) dalam limbah cair elektroplating adalah elektroda Al-Al dengan efisiensi sebesar 75,84%.
3. Waktu optimum pada proses elektrokoagulasi ion logam timbal (II) dalam limbah cair

- elektroplating adalah 60 menit dengan efisiensi sebesar 75,84%.
4. Rapat arus optimum pada proses elektrokoagulasi ion logam timbal (II) dalam limbah cair elektroplating adalah $0,00875 \text{ A/cm}^2$ dengan efisiensi sebesar 95,40%.
 5. pH optimum pada proses elektrokoagulasi ion logam timbal (II) dalam limbah cair elektroplating adalah pH 8 dengan efisiensi sebesar 96,89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siti Marwati., Regina Tutik P. (2013). Pengaruh Konsentrasi Formaldehid sebagai Agen Pereduksi terhadap Efisiensi Elektroplating. *Jurnal Sains Dasar*. Vol. 2, No. 1, April 2013. Hlm. 1-102.
- [2] Heryando Palar. (1994). *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [3] Naim, R., Kisay, L., Park,J., Qaisar, Zulfikar, Noshin, M., Janil, K. (2010). Precipitation Chelation of Cyanide Complexes in Electroplating Industry Wastewater. *International Journal Environment. Res*. Vol. 4 No. 4.
- [4] Mazumer, D., Ghosh, D., Paddhyay, P. B., (2011), Treatment of Electroplating Wastewater by Adsorption Technique. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*. Vol. 3, No. 2.
- [5] Siti Marwati., Regina Tutik P. (2013). Pengaruh Konsentrasi Formaldehid sebagai Agen Pereduksi terhadap Efisiensi Elektroplating. *Jurnal Sains Dasar*. Vol. 2, No. 1, April 2013. Hlm. 1-102.
- [6] Eka Wardhani., Mila Dirgawati., & Karina Putri Valyana. (2012). Penerapan Metode Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. *Seminar Ilmiah Nasional, Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*. Kampus Universitas Gadjah Mada, 12 Juli 2012