

PENINGKATAN EFISIENSI PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING MELALUI PROSES KOAGULASI-FLOKULASI PADA INDUSTRI LOGAM JUWANA PATI

Aji Prasetyaningrum^a, Yudhy Dharmawan, Moh. Djaeni, Eka Erna Sari, Eltiara Indra Vidanti

Universitas Diponegoro, Indonesia

Diterima: Oktober 2018 Disetujui: November 2018 Dipublikasikan: Desember 2018

Abstrak

Logam krom adalah salah satu logam beracun yang menyebabkan ancaman serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan karena tidak dapat terurai. Krom adalah salah satu polutan logam utama selain arsenik, tembaga dan nikel dalam air limbah industri elektroplating. Di antara teknologi untuk menghilangkan polutan ini, koagulasi-flokulasi dapat dianggap sebagai metode yang cukup efektif. Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti jumlah lumpur yang diproduksi lebih sedikit dan menghasilkan efisiensi yang tinggi dalam menghilangkan polutan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair industri elektroplating di UKM Sinar Padi, Industri Logam Juwana Pati. Logam pengaruh jenis elektroda pada tingkat penghilangan Cr (VI) dari air limbah industri pelapisan menggunakan metode elektrokoagulasi. Sampel limbah yang telah dilakukan treatment elektrokoagulasi dianalisa dengan Spektrofotometer UV-Vis (Merck Spectroquant Pharo 300), untuk mengetahui berapa konsentrasi Krom yang masih tersisa setelah perlakuan elektrokoagulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa % degradasi limbah Krom yang tertinggi adalah pada pH 7, yaitu dengan efisiensi mencapai 78,93%. Reaksi elektrokoagulasi-flokulasi diatur dengan kuat arus DC sebesar 2,5 Ampere.

Kata Kunci: Koagulasi-Flokulasi, Industri Elektroplating, Juwana Pati

Pendahuluan

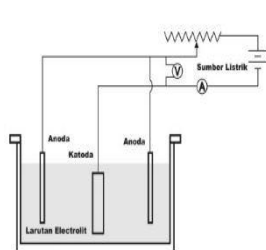
Perkembangan industri logam yang semakin pesat selain memberikan manfaat juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan. Elektroplating atau lapis listrik atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit. Larutan yang digunakan untuk penyepuhan logam harus diganti setiap dua minggu karena mutu hasil menurun akibat ketahanan kehalusan permukaan dan penampakannya. Penggantian larutan ini menyebabkan biaya produksi tinggi dan limbah elektroplating yang dihasilkan menimbulkan pencemaran karena dibuang langsung ke lingkungan. Larutan yang digunakan tersebut berupa bahan-bahan kimia yang merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia.

Hampir semua industri pengrajin logam saat ini belum memiliki pengolahan limbah yang memadai, sehingga

kemungkinan pencemaran dapat terjadi terutama dari penyepuhan logam perak atau kuningan. Beberapa unsur logam yang terdapat dalam limbah cair penyepuhan logam atau elektroplating antara lain besi, krom, seng, nikel, mangan, dan tembaga (B.Lekhlif et al., 2014). Karakteristik dan tingkat toksisitas dari air limbah elektroplating bervariasi tergantung dari kondisi operasi dan proses pelapisan serta cara pembilasan yang dilakukan (Kumarasinghe et al., 2014). Pembuangan langsung limbah dari proses elektroplating tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Environmental Protection Agency, US., 1998). Mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan maka diperlukan suatu pengolahan terlebih dahulu sebelum efluent limbah tersebut dibuang ke lingkungan.

^a Corresponding author: ajiprasetyaningrum@gmail.com

Prinsip elektroplating adalah pelapisan suatu logam secara elektrolisis melalui penggunaan arus listrik searah



(Direct Current / DC) dan larutan kimia (elektrolit) digunakan sebagai penyuplai ion-ion logam membentuk endapan (lapisan) logam pada elektroda katoda. Terjadinya endapan karena adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah secara terus menerus dari suatu elektroda melalui larutan elektrolit. Proses elektroplating mencakup empat hal, yaitu : pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan (Aji Prasetyaningrum et al., 2018). Keempat hal ini dapat dilakukan secara manual atau bisa juga menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi (Crittenden., 2005). Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan proses, mulai dari proses awal, pembersihan secara mekanis dan kimia, pada proses pelapisan pelapisan dengan menentukan kondisi operasi yang tepat dan optimum, misalnya dengan konsentrasi larutan dan tegangan listrik yang tepat. Selama proses pengendapan atau pembentukan deposit, terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit baik reaksi reduksi maupun reaksi oksidasi. Reaksi ini diharapkan berlangsung terus menerus menuju arah tertentu secara tetap. Skema Proses Elektroplating dan pelaksanaan elektroplating di UKM Mitra (UD. Sinar Padi) Juwana Kabupaten Pati.

Gambar 1. (a) Skema Proses Elektroplating (b) Elektroplating di UKM Mitra

Proses penghilangan kandungan logam berat dapat dilakukan melalui proses pengolahan secara kimia seperti dengan presipitasi (pengendapan), adsorpsi (penyerapan), filtrasi (penyaringan) dan koagulasi (Kurniawan et.al., 2006). Elektrokoagulasi merupakan salah satu metode yang efisien dan mudah dalam pengoperasiannya untuk mengurangi kadar logam berat melalui reaksi elektrolisis dan tidak dibutuhkan penambahan koagulan kimia (Mikko V., 2012). Prinsip kerja elektrokoagulasi flotasi adalah pelarutan logam anoda (M^+) yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksil (OH^-) membentuk koagulan. Koagulan ini akan mengadsorpsi polutan-polutan menjadi senyawa berpartikel besar yang tidak larut yang akan terflotasi ke permukaan bak proses (Bratby et al., 2006). Keunggulan teknologi elektrokoagulasi dibandingkan dengan teknologi koagulasi secara konvensional meliputi aspek ekonomi yaitu: investasi relatif murah, perbaikan alat relatif mudah, membutuhkan energi yang rendah, biaya perawatan alat

relatif murah. Proses elektrokoagulasi juga menghasilkan volume limbah yang relatif kecil dibandingkan proses pengendapan secara konvensional. Kualitas endapan yang dihasilkan juga lebih baik karena mengandung sedikit air, endapan (Vasudevan et al., 2011).

Keuntungan teknologi elektrokoagulasi adalah penghematan biaya operasi pengolahan limbah karena tidak menggunakan bahan kimia, penghematan biaya tenaga kerja, penurunan luas lahan untuk pengolahan limbah dan mengurangi keterpaparan zat pencemar dan bahan koagulan terhadap pekerja (Mollah., 2001).

Metode

Air limbah elektroplating diambil dari industri pengolahan logam (UD. Sinar Padi) yang terletak di kawasan industri Kecamatan Juwana Kabupaten Pati. Untuk simulasi dan perbandingan digunakan air limbah sintesis yang dibuat dari larutan $K_2Cr_2O_7$ (E Merck) dengan konsentrasi 100 mg/l. $K_2Cr_2O_7$ sebesar 100 mg dilarutkan dalam 1 liter aquadest. Selama analisis dan proses elektrokoagulasi tidak dilakukan sistem kontrol terhadap suhu. Pengoperasian proses elektrokoagulasi dilakukan di dalam reaktor berbahan dasar polimer dengan volume 2,5 liter. Elektroda yang digunakan adalah aluminium. Dimensi plat elektroda adalah 30 x 10 cm dengan ketebalan 1 mm. Reaktor dan plat elektroda dirangkai dan dilengkapi dengan pompa kapasitas 1000 liter/jam.

Sampel limbah yang telah dilakukan treatment elektrokoagulasi dianalisa dengan Spektrofotometer UV-Vis (Merck Spectroquant Pharo 300), untuk mengetahui berapa konsentrasi Krom yang masih tersisa setelah perlakuan elektrokoagulasi. Pada pengukuran tersebut absorbansi

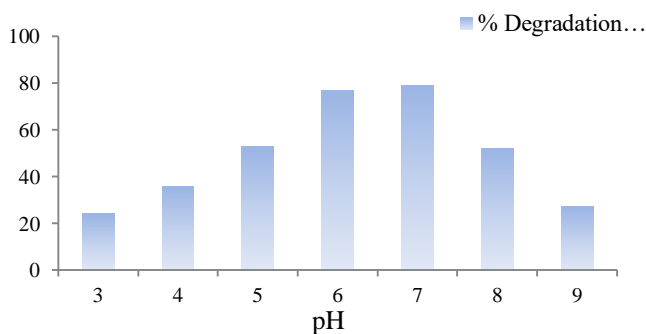


diatur pada 360 nm. Rangkaian peralatan untuk proses elektrokoagulasi disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Peralatan untuk proses elektrokoagulasi

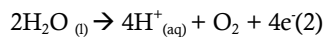
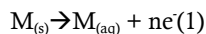
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi mampu mereduksi kadar logam Krom di dalam air limbah. Pengaturan pH selama proses elektrokoagulasi memberikan pengaruh terhadap efisiensi proses. Pada percobaan ini digunakan rentang pH asam sampai basa. Reaksi diatur pada pH 3 sampai dengan pH 9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa % degradasi limbah Krom yang tertinggi adalah pada pH 7, yaitu dengan efisiensi mencapai 78,93%. Reaksi elektrokoagulasi dijalankan dengan kuat arus DC sebesar 2,5 Ampere.

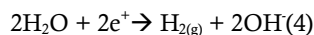
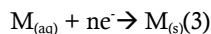


Gambar 3. Pengurangan Limbah Krom dengan Variasi pH

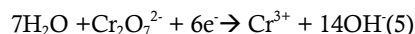
Reaksi selama proses elektrokoagulasi dapat dijabarkan sebagai berikut:



- Pada Katoda



- Pengurangan Cr



Keterangan: (M = logam aluminium)

Dimana logam terkikis dari anoda, kemudian membentuk besi hidroksida / aluminium hidroksida (Yehia et al., 2015). Langkah pertama adalah pembentukan koagulan dari anoda (stainless dan aluminium) yang melarutkan, maka menyebabkan kontaminan dan partikulat suspensi untuk dikoagulasi (kromium) serta memecah emulsi. Agregat kemudian terbentuk dari flokulasi atau adsorpsi pada flok hidroksida logam. pH menjadi parameter penting dan efisiensi reduksi optimal juga ditemukan pada pH asam (Zeinab et al., 2016). Tolok ukur keberhasilan program ini adalah dihasilkan baku mutu air limbah industri, sesuai dengan baku mutu air limbah elektroplating yang tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014.

Simpulan

Proses Elektrokoagulasi merupakan metode yang cukup efektif untuk menurunkan kadar logam dalam limbah proses elektroplating. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan pH diperlukan untuk meningkatkan efisiensi proses elektroplating. Kondisi optimal untuk menghasilkan % degradasi limbah Krom yang tertinggi adalah pada pH 7, yaitu dengan efisiensi mencapai 78,93%. Reaksi elektrokoagulasi dijalankan dengan kuat arus DC sebesar 2,5 Ampere.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu, yaitu kepada Kemenristek DIKTI melalui pembiayaan Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat HILINK 2018, UKM Mitra UD. Sinar Padi Juwana Kabupaten Pati, Laboratorium Pengolahan Limbah Universitas Diponegoro dan semua pihak yang membantu.

Daftar Pustaka

- B.Lekhlif. L., Oudrhiri, F. Zidane, P.Drogui, J.F. Blais., Study of the electrocoagulation of electroplating industry wastewaters charged by nickel (II) and chromium (VI). *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1) (2014) 111-120.
- Environmental Protection Agency,U.S. 1998. Toxicological review of Hexavalent Chromium.CAS No.18540-29-9. Washington DC
- Kurniawan A., Chan G.Y.S., Lo W.H., Babel S., Physicochemical Treatment techniques for wastewater with heavy metals. *Chem. Eng. J.* 118 (2006) 83.
- Aji Prasetyaningrum., Bakti Jos., Yudhy Dharmawan., Bilal T. Prabowo.,
- Muh. Fathurrazan.,Fyrouzabadi., The influence of electrode type on electrocoagulation process for removal of chromium (VI) metal in plating industrial wastewater.*Journal of Physics.* 1025 (2018) 01212
- M.Y.A. Mollah, R. Schennach, J.R. Parga, D.L. Cocke, *Journal of Hazardous Materials* 84 (2001) 29.
- Yehia A. El-Taweel., Ehssan M. Nassef., ImanElkheriany., DoaaSayed.,Removal of Cr(VI) ions from waste water by electrocoagulation using iron electrode. *Egyptian Journal of Petroleum* (2015) 24, 183–192
- Zeinab Atashzaban., Abdolmotaleb Seidmohammadi., Davood Nematollahi., Ghasem Azarian., Omid Heidary Shayesteh., Ali Reza Rahmani. The Efficiency of Electrocoagulation and Electroflotation Processes for Removal of Polyvinyl Acetate From Synthetic Effluent. *Avicenna J Environ Health Eng.* 2016 December
- S. Vasudevan,J. Lakshmi, and G.Sozhan,-Effects of alternating and direct current in electrocoagulation process on the removal of cadmium from water.I *Journal of Hazardous Materials*, vol 192, no 26-34. 2011
- D. Kumarasinghe, L. Pettigrew, and L.D. Nghiem, - Removal of heavy metals from mining impact water by an electrocoagulation-ultrafiltration hybrid process, *I Desalination and Water Treatment*, vol.11, pp.66-72,2014