

Studi Penggunaan Beda Potensial Pada Elektrodeposisi Ion Tembaga(II)

Dwi Hermayantingsih¹, Yuliana^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Tanjung Nyaho, Palangkaraya 73111, Indonesia

Kata kunci

Elektrodeposisi, tembaga(II), platina, deposit, beda potensial.

Abstrak

Teknik elektrodeposisi umumnya diterapkan untuk memperoleh penampilan fisik, kekuatan struktural, dan keawetan logam yang baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensial optimum pada elektrodeposisi tembaga(II). Elektrodeposisi menggunakan larutan elektrolit CuSO₄ sebagai sumber ion tembaga(II), H₂SO₄ sebagai elektrolit pendukung, dan HNO₃ sebagai depolarisator. Lempeng platina digunakan sebagai elektroda (katoda dan anoda) dengan variasi beda potensial yaitu 2, 3, 4, 5, dan 6 Volt selama 25 menit. Selama proses elektrodeposisi, peningkatan beda potensial larutan CuSO₄ mempercepat pengendapan logam Cu, namun deposit yang dihasilkan kualitasnya semakin menurun (banyak yang terbakar dan tidak menempel kuat di katoda). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi elektrodeposisi optimum dicapai pada beda potensial 2 Volt yang ditunjukkan dengan tampilan deposit yang cemerlang, menempel kuat di katoda, dan memiliki permukaan rata.

Keywords

Electrodeposition, copper(II), platinum, deposits, potential difference.

Abstract

Electrodeposition techniques are generally applied to obtain good physical appearance, structural strength and durability of metals. This study aim to determine the optimum potential in the copper(II) electrodeposition. The electrodeposition uses an electrolyte solution of CuSO₄ as a source of copper(II) ions, H₂SO₄ as a supporting electrolyte, and HNO₃ as a depolarizer. Platinum plates were used as electrodes (cathode and anode) with variations in potential difference of 2, 3, 4, 5, and 6 Volts for 25 minutes. During the electrodeposition process, the increase in the potential of the CuSO₄ solution accelerated the deposition of Cu metal, but the quality of deposits decreased (many of deposits burned and did not stick firmly to the cathode). The results showed that the optimum potential in electrodeposition were achieved at 2 Volts where the deposits have a brilliant appearance, adhere firmly to the cathode, and flat surface.

Sejarah Artikel

Diterima : 9 Desember 2022
Disetujui : 1 Februari 2023
Dipublikasi : 11 Februari 2023

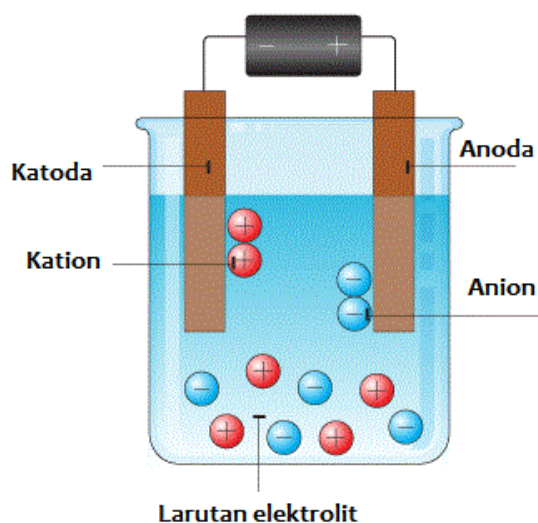
Email korespondensi: yuliana@mipa.upr.ac.id

© 2022 Bohr: Jurnal Cendekia Kimia. This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Elektrodeposisi merupakan proses pengendapan suatu zat dengan menggunakan arus listrik searah (*direct current/DC*). Untuk mendapatkan kualitas deposit yang baik pada proses elektrodeposisi maka, perlu dilakukan optimasi terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain optimasi potensial, rapat arus, waktu, suhu dan pH larutan [1].

Elektrodeposisi mempunyai prinsip yang sama dengan elektroplating yaitu terjadinya perpindahan ion logam dengan bantuan sumber arus listrik searah melalui elektrolit sehingga ion logam mengendap. Sistem elektrodeposisi dijalankan dengan mencelupkan rangkaian elektroda ke dalam suatu larutan elektrolit tertentu dan kedua elektroda tersebut dialiri arus listrik searah. Pemberian beda potensial akan menyebabkan ion-ion bergerak menuju elektroda. Kation bergerak ke katoda sedangkan anion bergerak ke anoda. Rangkaian proses elektrodeposisi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Elektrodeposisi

Penggunaan teknik elektrodeposisi dalam pelapisan logam biasanya bertujuan

sebagai pelapis protektif dekoratif agar suatu barang lebih menarik dan tahan lama. Adapun logam-logam pelapis yang sering digunakan dalam metode elektrodeposisi yaitu nikel (Ni), Zink (Zn), kromium (Cr), Tembaga (Cu) dan platinum (Pt) [2].

Salah satu logam yang banyak digunakan dalam aplikasi elektodeposisi adalah tembaga karena penggunaannya yang luas dalam berbagai bidang. Tembaga merupakan salah satu logam yang digunakan dalam industri karena mempunyai sifat instrinsik dan mudah melapisi logam lainnya [3]. Sifat instrinsik dapat dideskripsikan sebagai sifat yang mudah mengontrol morfologi lapisan, memiliki laju deposisi yang tinggi, mengalami pertumbuhan langsung pada substrat dengan adhesi yang baik, cocok untuk produksi massal dengan biaya yang relatif rendah. Tembaga juga merupakan logam yang mempunyai sifat lunak dan ulet, dan juga bersifat elektropositif, yaitu tembaga mudah diendapkan oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi. Pelapisan tembaga mudah dilakukan dan larutan elektrolitnya mudah dikontrol [4].

Logam-logam yang akan dielektrodeposisi biasanya memiliki potensial yang tidak terlalu berbeda. Platina (Pt) merupakan logam dengan nomor atom 78 dan massa atom relatif (Ar) 195,08. Platina mempunyai titik leleh 2045 K, titik didih 4100 K dan berat jenis 21,45 gr cm^{-3} . Logam Pt mempunyai potensial elektrode standar positif (+1,18 V untuk pasangan Pt/Pt²⁺). Logam ini banyak digunakan sebagai elektroda karena mempunyai sifat inert. Elektroda inert adalah elektroda yang tidak ikut bereaksi baik sebagai katoda maupun anoda, sehingga pada saat elektrodeposisi yang

mengalami reaksi redoks adalah elektrolit sebagai zat terlarut atau air sebagai pelarut. Sedangkan logam tembaga mempunyai potensial elektroda standar positif (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu²⁺) sehingga tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, tetapi dengan adanya oksigen dapat sedikit larut [5].

Dalam suatu proses elektrodeposisi memerlukan keberadaan larutan elektrolit yang merupakan media untuk proses berlangsungnya reaksi reduksi oksidasi. Larutan elektrolit ini dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan gaya elektrokuivalen sehingga reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak ion-ion dalam elektrolit maka semakin cepat elektrolit menghantarkan arus listrik [6]. Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam dan garam logam yang dapat membentuk ion-ion positif. Penggunaan larutan elektrolit dapat berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Pemberian beda potensial saat proses elektrodeposisi juga berpengaruh pada arus yang mengalir ke dalam larutan elektrolit sehingga akan memberikan pengaruh pada ketebalan deposit yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Perkin Elmer 5100*, *Power Source Shimadzu NES-5F*, Elektroda platina, Neraca analitik *Mettler Toledo Dragon 204*, Labu takar 10; 100; 1000 mL, Gelas beker 100 mL, Kaca arloji, Pipet ukur 1; 2; 10 mL.

Bahan

Kristal CuSO₄·5H₂O, Larutan H₂SO₄ 0,1 M, Larutan HNO₃ 8 M, Larutan HNO₃ 65%, Etanol.

Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan CuSO₄ 400 ppm

Larutan CuSO₄ 400 ppm dibuat dengan melarutkan 400 mg kristal CuSO₄ diencerkan dengan akuades hingga volume 1000 mL.

2. Proses Elektrodeposisi Logam Tembaga

Sebanyak 100 mL larutan CuSO₄ 400 ppm dimasukkan dalam gelas beker, kemudian ditambahkan 2 mL H₂SO₄ 0,1 M dan 1 mL HNO₃ 8 M. Elektroda Pt/Pt (katoda dan anoda) dimasukkan dalam gelas beker yang telah berisi sampel, selanjutnya di berikan potensial 2, 3, 4, 5, dan 6 Volt selama 25 menit [7]. Elektroda Pt/Pt diambil dan dibilas dengan etanol. Logam Cu yang menempel di katoda ditimbang menggunakan neraca analitik. Larutan sampel setelah proses elektrodeposisi langsung disaring dan filtratnya dianalisis konsentrasi residu tembaga menggunakan SSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Logam tembaga(II) digunakan untuk melapisi logam platina dalam proses elektrodeposisi. Beda potensial optimal ditetapkan secara subjektif sebagai potensial yang menghasilkan kualitas deposit terbaik secara visual dengan kriteria kecemerlangan deposit, kekuatan deposit menempel di katoda, dan ratanya permukaan deposit yang menempel di katoda. Berdasarkan hasil penelitian semakin besar potensial yang diberikan semakin besar pula jumlah logam yang terdeposit di katoda. Hal ini ditandai dengan meningkatnya jumlah deposit seiring dengan kenaikan potensial yang diberikan. Jumlah deposit dihitung melalui selisih berat katoda akhir dikurangi berat

katoda sebelum dielektrodeposisi. Proses elektrodeposisi untuk setiap beda potensial dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

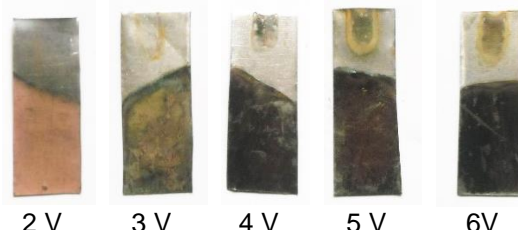
Tabel 1. Berat Deposit Hasil Elektrodeposisi pada Variasi Potensial

Potensial (V)	Berat Deposit di Katoda (gram)			Rata-rata (gram)
	1	2	3	
2	0,0003	0,0003	0,0003	0,00027
3	0,0005	0,0005	0,0005	0,00050
4	0,0005	0,0005	0,0005	0,00063
5	0,0010	0,0010	0,0010	0,00090
6	0,0043	0,0043	0,0043	0,00227

Larutan elektrolit sisa hasil elektrodeposisi selanjutnya diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) pada Panjang gelombang spesifik 324,8 nm [8] dan diperoleh data konsentrasi tembaga(II) seperti pada Tabel 2. Hasil pengukuran dengan SSA, konsentrasi tembaga(II) sisa terendah terdapat pada penggunaan beda potensial 6 Volt, namun kualitas deposit yang dihasilkan kurang baik (deposit terbakar dan tidak melekat baik di katoda). Kualitas deposit terbaik dengan tampilan lebih cemerlang, menempel kuat di katoda, dan memiliki permukaan rata dihasilkan pada penggunaan beda potensial 2 Volt. Namun pada beda potensial 2 Volt, konsentrasi tembaga(II) yang terendap paling sedikit serta menyisakan residu tembaga(II) di larutan masih tinggi.

Tabel 2. Konsentrasi Sisa Larutan Elektrodeposisi pada Variasi Potensial

V	Konsentrasi (ppm)			Rata-rata (ppm)
	1	2	3	
2	281,818	281,818	281,818	275,757
3	148,485	148,485	148,485	148,485
4	81,818	81,818	81,818	164,646
5	36,364	36,364	36,364	103,030
6	33,333	160,606	96,970	96,969

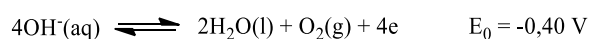


Gambar 1. Penampakan Permukaan Katoda Hasil Elektrodeposisi pada Beda Potensial 2-6 Volt.

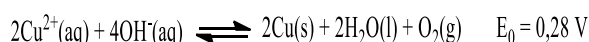
Perubahan yang terjadi saat elektrodeposisi berlangsung adalah timbulnya gelembung-gelembung gas disekeliling katoda, membuktikan adanya reaksi pada persamaan reaksi di bawah ini:



Ion tembaga(II) tereduksi menjadi logam tembaga dan terdepositasi pada katoda (logam Pt), sehingga platina terlapisi oleh tembaga. Sedangkan gejala yang terjadi pada anoda lama kelamaan logam larut, hal tersebut ditandai dengan berat anoda yang berkurang setelah proses elektrodeposisi. Sampel juga berubah dari warna bening menjadi kekuningan dari pelarutan anoda. Reaksi yang terjadi pada anoda adalah sebagai berikut:



Platina yang inert tidak terlibat saat proses redoks sehingga yang bereaksi adalah air yang teroksidasi di anoda sesuai reaksi berikut:



Selama proses elektrodeposisi terjadi perubahan pada katoda yang dapat diamati pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Uji Visual Penampilan Deposit Tembaga di Katoda pada Variasi Potensial.

Potensial (V)	Penampilan Deposit Tembaga
2	Deposit yang dihasilkan cemerlang, menempel kuat di katoda, dan permukaan deposit rata.

3	Deposit yang dihasilkan agak kehitaman, tidak menempel kuat pada logam platina, dan permukaan tidak rata.
4	Deposit yang dihasilkan berwarna hitam kecoklatan, tidak menempel kuat pada logam platina, dan permukaan tidak rata.
5	Deposit yang dihasilkan berwarna hitam kecoklatan dan deposit tidak menempel kuat pada logam platina, sehingga banyak yang terlepas.
6	Deposit yang dihasilkan berwarna hitam, mudah lepas, dan permukaan tidak rata.

KESIMPULAN

Beda potensial optimal pada proses elektrodeposisi ion tembaga(II) untuk menghasilkan kualitas deposit terbaik secara visual dengan kriteria kecemerlangan deposit, kekuatan deposit menempel di katoda, dan ratanya permukaan deposit yang menempel di katoda adalah 2 volt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada staf di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah mengizinkan penelitian serta pengambilan data dalam jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Marwati, Siti, "Pengaruh Agen Pereduksi dalam Proses Elektrodeposisi Terhadap Kualitas Deposit Cu dan Ag", *Jurnal Pendidikan Kimia Yogyakarta*, 2013, 1-5.
- [2]. Sukarjo, Hb., Pani, Sulastri, "Pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu electroplating terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan ketebalan lapisan

- pada baja karbon rendah", *Jurnal Engine*, 2018, 2(1),18-25.
- [3]. Suryanto., Haider, FI., Ani, MH., Mahmood, MH., "Modelling and Optomization of Copper Electroplating Adhesion Strength", IOP Conference Series: *Material Science and Engineering* 2017, 204, 1-5.
- [4]. Machfuroh, T., Pradani, YF., Ghufron, W., "Pengaruh Jarak dan Waktu Elektroplating Terhadap Laju Deposit dan Korosi Alluminium Alloy", *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 2021, 9 (1), 71-79.
- [5]. Sismanto., Hakim, L., Suharto, S., Oktavianti, NE., "Remediasi Elektrokinetik Menggunakan Elektroda 2-D Hexagonal Pada Tanah Limbah Pertambangan Emas Yang Mengandung Tembaga (Cu) dan Merkuri (Hg) Di Kokap Kulonprogo Yogyakarta", *Berkala MIPA*, 2007, 17(2), 55-65.
- [6]. Julia, CFR., "Desalinasi air payau menggunakan elektrodialisis dengan variasi tegangan dan ukuran elektroda", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [7]. Darmawan, Arif Surya, dkk., "Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom", *Jurnal Dhamika Teknik Mesin*, 2015, 5(2), ISSN: 2088-088X".
- [8]. Dewi, L., Hadisoebroto, G., Anwar, K., "Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Sumber Air di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom", *Jurnal Sabdariffarma*", 2021, 9(2), 15-24.

