

Pengaruh Penambahan Konsentrasi Logam Seng (Zn) Pada Proses *Electrowinning* Logam Kobal (Co)

Adi Saputro, Rahmad Nuryanto, Linda Suyati

Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Telepon (024) 7474754

Abstrak: Kobal (Co) merupakan logam yang banyak ditemukan bersama logam Seng (Zn) dalam pertambangan. Pengambilan logam kobal terbukti cukup sulit dalam proses elektrolisis. Proses *electrowinning* Co perlu dikaji lebih dalam karena agar didapatkan kadar logam yang murni pada proses pemisahan keduanya. Penelitian ini dilakukan dengan metode elektrolisis potensial tetap pada potensial 2,3 volt dengan elektrolit HCl. Elektroda yang digunakan adalah karbon grafit. Penelitian ini dilakukan variasi penambahan Zn^{2+} 105, 110, 115, dan 120 mgL^{-1} pada 100 mL Co^{2+} 1100 mgL^{-1} . Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penambahan Zn^{2+} terhadap *electrowinning* Co^{2+} berupa perubahan *overvoltage* (η_E) dari 0,106 volt menjadi 0,666; 0,646; 0,706; dan 0,546 volt pada tiap-tiap variasi. Nilai efisiensi arus cenderung meningkat pada tiap-tiap variasi yaitu 8,39%; 12,51%; 21,40%; dan 121%. Hasil reduksi Co^{2+} mengalami peningkatan berturut-turut 1,8%; 2,5%; 4,36%; dan 24,72%, sedangkan reduksi Zn^{2+} cenderung menurun berturut-turut 62,82%; 56,36%; 19,13%; 10% pada tiap-tiap variasi. Warna larutan berubah dari merah muda menjadi oranye kekuningan.

Kata Kunci: Elektrolisis, *overvoltage*, potensial Pengendapan, kobal

Abstract: The Cobalt (Co) is a metal that is found in the same mine. Taking cobalt metal proved very difficult in electrolysis process. Electrowinning Co process needs to be studied in order to obtain as pure metal content in the process of separating the two. This research was conducted with the fixed potential in 2,3 volt electrolysis method within HCl as electrolyte. Electrodes used are carbon graphite. This experiment used variations addition of Zn^{2+} 105, 110, 115, and 120 mgL^{-1} in 100 mL of Co^{2+} 1100 mgL^{-1} . The results showed the effect of the addition of Zn^{2+} to Co^{2+} changes in *electrowinning* overvoltage (η_E) from 0.106 volts to 0.666; 0.646; 0.706, and 0.546 volts at each variation. Value tends to increase the current efficiency (η_i) of each variation of 8.39%, 12.51%, 21.40% and 121%. The results of the reduction of Co^{2+} increased respectively 1.8%, 2.5%, 4.36% and 24.72%, while the reduction of Zn^{2+} declining 62.82%, 56.36%, 19.13 %, 10% in each variation. The color of the solution changed from pink to orange-yellow.

Keywords: Electrolysis, overvoltage, deposition potential, cobalt

PENDAHULUAN

Kobal (Co) merupakan salah satu dari logam yang berguna dalam bidang industri komersil, industri persenjataan, serta bidang kesehatan. Logam kobal biasanya ditemukan dalam pertambangan nikel. Logam seperti Sb, Ni, Cu, Fe, Co, As, Zn, dan Sn ditemukan juga dalam bijih tambang dan sangat sensitif satu sama lain sebagai pengotor dalam proses elektrowinning [1,4,9]. Menurut Yu [10] memperlihatkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi Co dalam larutan potensial reduksi menurun dan kerapatan arus pun meningkat. Menurut Nguyen [8] dalam penelitiannya memperlihatkan bahwa reduksi tembaga menurun ketika konsentrasi elektrolit dan Co^{2+} ditingkatkan, serta kerapatan arus diturunkan. meningkatnya konsentrasi Co mempengaruhi penurunan kemurnian Ni dan Zn saat proses pengendapan berlangsung. Hal ini terjadi karena adanya kompetisi antara kobal, nikel, dan seng [7].

Penurunan kadar nikel, seng, tembaga, ataupun kobal dipengaruhi karena adanya efek polarisasi antara satu sama lain pada logam – logam tersebut [5,6]. Penjelasan tersebut menjelaskan alasan tentang penelitian pengaruh konsentrasi seng pada proses *electrowinning* kobal. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil Seng (Zn) sebagai ion pengotor yang ditambahkan dengan variasi konsentrasi pada proses *electrowinning* kobal Co dengan Karbon grafit sebagai elektroda dan menggunakan alat *elektroanalyzer* GW INSTEK GPA-30600 sebagai sumber tegangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode elektrolisis. Penentuan rentang potensial pengendapan dilakukan terlebih dahulu untuk dapat menentukan potensial pengendapan dari kobal. Penentuan potensial pengendapan (E) dilakukan pada

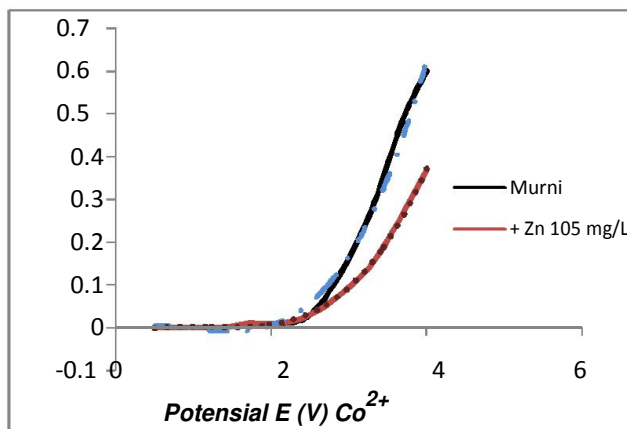
potensial (V) yang berubah dari 0 volt hingga 4.0 volt, kemudian dilakukan proses elektrolisis Co^{2+} 1.1 g L^{-1} dengan memvariasikan konsentrasi Zn^{2+} $105, 110, 115, \text{ dan } 120 \text{ mgL}^{-1}$ dengan alat *elektroanalyzer* GW INSTEK GPA-30600 sebagai sumber tegangan. Analisis larutan hasil elektrolisis dilakukan dengan menggunakan AAS sehingga didapatkan Co dan Zn yang tereduksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Rentang Potensial Pengendapan kobal dan Kobal-Seng

Penentuan rentang potensial Pengendapan kobal dilakukan dengan menambahkan Co^{2+} 1.1 g L^{-1} pada elektrolit dengan volume larutan 100 mL. Karbon Grafit sebagai elektroda [3]. HCl digunakan sebagai elektrolit memiliki konduktivitas $0.33 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ sehingga dapat digunakan secara tepat.

Rentang potensial Pengendapan merupakan rentang potensial dimana energi minimal dibutuhkan kobal untuk dapat tereduksi. Potensial Pengendapan yang dimiliki antara kobal dan seng berbeda. Potensial Pengendapan menyebabkan reaksi oksidasi – reduksi terjadi dengan arus yang meningkat tetapi kembali turun ketika analit sudah tidak ada lagi dalam larutan. Potensial Pengendapan dari larutan kobal diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva hubungan potensial dan arus pada larutan Co^{2+}

Bila dilihat dari kurva diatas, terlihat bahwa proses reaksi reduksi oksidasi kobal telah memenuhi persamaan potensial reduksi dari tiap – tiap eleēmen.

Penentuan Rentang potensial pengendapan kobal (Co) secara persamaan matematik $y = mx + c$ dengan metode ekstrapolasi dari kurva gambar.1 diperoleh rentang potensial 2,26 - 2,34 Volt

Perhitungan potensial pengendapan kobal (Co) juga dilakukan dengan persamaan (1) yang di substitusikan ke persamaan (2) dengan memperhitungkan hambatan pada sistem larutan elektrolit sebesar 38.1 Ω .

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{[Co]}{[Co^{2+}]} \right) - IR \quad (2)$$

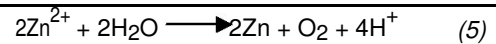
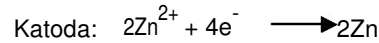
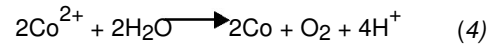
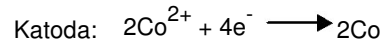
$E_{ditentukan}$ atau potensial pengendapan kobal (Co) diperoleh dari persamaan (1). Sedangkan I yang terukur saat melewati sistem adalah 0.02 A dan nilai hambatan dari sistem sebesar. Nilai potensial Pengendapan Co berada pada 2,154 Volt dan Zn 2,564 volt.

Arus listik (i_{Co}) harus mencapai 1,7 A dan (i_{Zn}) mencapai 152 mA untuk dapat tereduksi sempurna, sedangkan tidak seluruhnya arus listrik dipakai kobal (Co). Peningkatan arus yang berbeda ini sesuai dengan persamaan arus batas transfer massa.

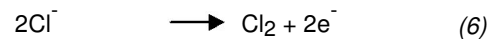
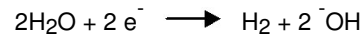
$$i_l = \frac{mC}{A} \quad (3)$$

i_l [mA] merupakan arus batas transfer massa, C [mol cm^{-3}] adalah konsentrasi spesi pada elektrolit yang mengalami reduksi. A [cm 2] adalah luas penampang elektroda. m adalah koefisien transfer massa [0.001 cm det^{-1}] [2].

Reaksi yang terjadi pada proses ini terjadi pada anoda dan katoda.



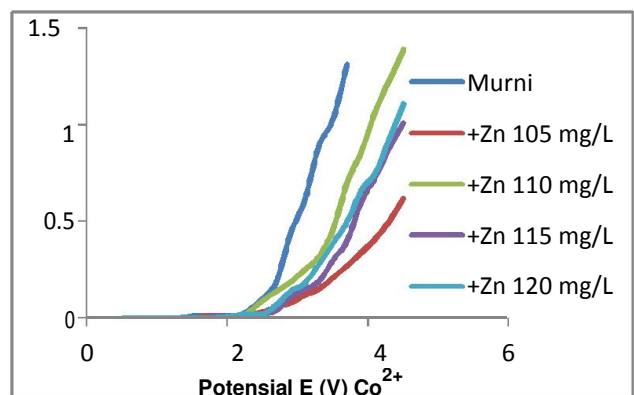
Selama proses elektrolisis berjalan muncul gas pada elektroda, reaksi pembentukan gas yang terjadi.



maka potensial deposisi yang ditetapkan untuk elektrolisis selanjutnya adalah 2,30 Volt.

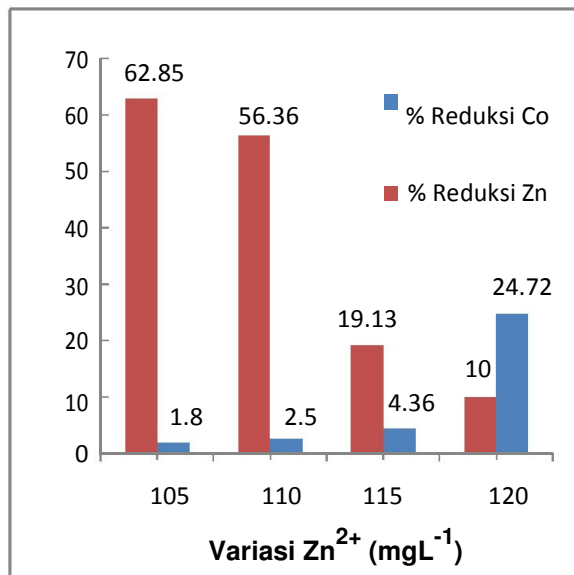
2. Pengaruh Seng (Zn) Terhadap Reduksi Kobal (Co)

Proses elektrolisis kobal dengan penambahan Seng dilakukan pada ($E_{Co^{2+}/Co}$) 2,30 Volt. Larutan kobal 1.1 gL $^{-1}$ di elektrolisis dengan variasi penambahan Zn 105,110,115, dan 120 mgL $^{-1}$. Hasil kurva potensial dan arus pada tiap-tiap konsentrasi Zn yang ditambahkan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan potensial dan arus pada larutan Co^{2+} dengan penambahan Zn

Penentuan hasil reduksi kobal dengan penambahan seng pada berbagai konsentrasi dilakukan dengan metode AAS (Atomic Adsorbision Spectrofotometry). metode AAS dipilih karena konsentrasi Co dan Zn pada larutan cukup kecil.



Gambar 3. Grafik reduksi Co²⁺ dan Zn²⁺ setelah elektrolisis.

Gambar 3 memperlihatkan peningkatan reduksi Co ketika variasi Zn ditingkatkan, tetapi sebaliknya konsentrasi Zn menurun. Proses Efisiensi berat dari proses elektrolisis ini mengalami peningkatan, pada variasi penambahan Zn yang paling besar. Nilai efisiensi pada tiap-tiap variasi diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1 Nilai efisiensi elektrolisis Co²⁺ pada tiap-tiap variasi

Variasi Zn	Efisiensi
mg/L	η_i
120	121%
115	21,40%
110	12,51%
105	8,93%

Variasi dengan penambahan Zn 120 mgL⁻¹ memiliki efisiensi yang paling besar, bila dilihat Zn merupakan logam yang mudah mengalami reaksi redoks. Ketika proses elektrolisis berjalan konsentrasi dari

logam Zn yang paling rendah juga mengalami reduksi. Konsentrasi Zn yang ditingkatkan akan menambahkan konsumsi energi yang dibutuhkan pada proses elektrolisis ini. Potensial standar Zn (E_{Zn}) = 2,55 volt lebih tinggi dari potensial standar Co (E_{Co}) = 2,15 volt, sehingga Zn membutuhkan Energi yang lebih besar untuk dapat tereduksi bila dibandingkan dengan Co.

KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi Zn²⁺ pada proses *electrowinning* Co²⁺ menunjukkan pengaruh sebagai berikut:

1. Perubahan *overvoltage* (η_E) pada larutan Co²⁺ dari 0,106 volt berturut-turut menjadi 0,666; 0,646; 0,706; dan 0,546 volt pada tiap-tiap variasi penambahan konsentrasi Zn²⁺.
2. Efisiensi arus yang diperoleh cenderung meningkat berturut-turut 8,93%; 12,51%; 21,40%; dan 121% pada tiap-tiap variasi penambahan konsentrasi Zn²⁺.
3. Reduksi Co²⁺ cenderung meningkat berturut-turut 1,8%; 2,5%; 4,36%; dan 24,72%, sedangkan reduksi Zn²⁺//Zn cenderung menurun berturut-turut 62,85%; 56,36%; 19,13%; dan 10% pada tiap-tiap variasi penambahan konsentrasi Zn²⁺.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis Mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Dra. Linda Suryati, M.Si, Bapak Rahmad Nuryanto, M.Si, Bapak Drs. Rahmanto, M.Si, Rismita Wulansari dan Indah Purnamasari atas kerjasama dan bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arif., Arifin.,2006. *Keberadaan Sumber Daya Kobal Indonesia Dan Kemungkinan Pengembangannya Kedepan*. Metalurgi. Vol 21. 2
- [2]. Cynthia. G. Z. 2007. *Handbook of Electrochemistry*. New Mexico State University.Department of Chemistry and Biochemistry. Las Cruces, New Mexico, USA. Elsavier; UK.
- [3]. Hidayanto, E., 2004, *Respon Berbagai Bentuk, Ukuran dan Bahan Elektroda pada Pengayaan Elektrolisis Tritium dalam Sampel Air, Tesis*, Departemen Fisika ITB.
- [4]. Huaiwei. Z.,Yong. L.,Jikun. W.,Xin. H.,2009. *The influence of nickel ions on the long period electrowinning of zinc from sulfate electrolytes*. Hydro-metallurgy. Vol.99:127-130. Doi: 10.1016/j.hydromet.2009.07.009
- [5]. Huang Hui., Zhou Jiyu., Guo Zhong cheng., 2010. *Effect of added cobalt ion on copper electrowinning from sulfate bath using doped polyaniline and Pb-Ag anodes*. Vol.25:55-59. Doi:10.1016/ S1003-6326(10)60012-X
- [6]. Kongstein.O.E., Haarberg.G.M., Thonstad.J., 2007. *Current efficiency and kinetics of cobalt electrodeposition in acid chloride solutions. Part I: The influence of Current Density, pH and temperature*. *Appl Electrochem*. Vol.37:669–674.
- [7]. Kongolo.K., Mutale.C.T., Kalenga.M.K., 2005. *Contribution of nickel, zinc and sulphur co-depositation during cobalt electrowinning*. v 7.0 / 300 dpi. ISBN1919783741
- [8]. Nguyen.T., Guresin.N., Nicol.M., 2008. Influence of cobalt ions on the anodic oxidation of a lead alloy under conditions typical of copper electro-winning. *Appl Electrochem*. Vol.38:215-224.
- [9]. Prasetyo.P., 2008. Pemanfaatan bijih nikel indonesia pada saat ini dan masa mendatang. *Metalugri LIPI*. Vol.23:47-56.
- [10]. Yu X.H., Xie.G., Li.R.X., Li.Y.G., Lu.Y., 2010. Influence of arsenic, antimony and cobalt logam pengotor on the cathodic process in zinc electro-winning. *Metallurgy*. Vol.53. 677–682 .

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra.Linda Suyati, M.Si
NIP . 1964 01 15 1993 03 2 002

Rahmad Nuryanto, M.Si
NIP. 1971 05 21 1998 02 1 011