

PENGARUH ELEKTRODA GRAFIT-GRAFIT, ALMUNIUUM-GRAFIT, DAN  
SENG-GRAFIT PADA ELEKTROLISIS KOBALT ( $\text{Co}^{2+}$ ) DENGAN  
PENGOTOR ION SENG ( $\text{Zn}^{2+}$ )

(The Effect of Graphite-Graphite Electhode, Allmunium-Graphite, and Zinc-  
Graphite In Electrolysis Cobalt ( $\text{Co}^{2+}$ ) With Impurities Zinc Ions ( $\text{Zn}^{2+}$ ))

**Rismita Wulansari, Rahmad Nuryanto, Linda Suyati**

Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Universitas Diponegoro Semarang

**Abstrak**

Telah dilakukan pengambilan logam kobalt (II). Pengambilan logam ini dapat dilakukan dalam berbagai cara, antara lain dengan elektrowinning dengan prinsip elektrolisis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi elektroda yaitu C-C, Al-C, dan Zn-C terhadap pengendapan logam kobalt. Sel elektrolisis tersusun dari anoda grafit (C) dan katoda yang divariasi yaitu Grafit (C), aluminium (Al), dan seng (Zn). Sampel dibuat mengandung ion  $\text{Co}^{2+}$  dan  $\text{Zn}^{2+}$  dengan larutan elektrolit berupa HCl untuk anoda dan tanpa larutan elektrolit untuk katoda, kemudian kedua sampel dihubungkan dengan jembatan garam KCl. Elektrolisis dilakukan pada beda potensial 2,8 Volt selama 40 menit dengan variasi pasangan elektroda yaitu C-C, Al-C, dan Zn-C. Larutan hasil elektrolisis dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil analisis menunjukkan berkurangnya konsentrasi  $\text{Co}^{2+}$  sebelum dan sesudah elektrolisis, untuk elektrolisis tanpa pengotor konsentrasi berkurang sebesar 105 ppm (C-C), 70 ppm (Al-C), dan 100 ppm (Zn-C), sedangkan ketika elektrolisis menggunakan pengotor konsentrasi berkurang sebesar 85 ppm (C-C), 50 ppm (Al-C), dan 70 ppm (Zn-C). Rendemen hasil terbesar diperoleh ketika elektrolisis menggunakan pasangan elektroda C-C yaitu sebesar 7,9% untuk elektrolisis tanpa pengotor dan 6,3% untuk elektrolisis menggunakan pengotor, sedangkan efisiensi terbesar diperoleh ketika elektrolisis menggunakan pasangan elektroda Al-C yaitu sebesar 11,7% ketika elektrolisis tanpa pengotor dan Zn-C yaitu sebesar 23,48% ketika dengan pengotor

Kata kunci : kobalt (II), elektrolisis, elektroda

**Abstract**

A study concerning about taking cobalt metal ( $\text{Co}^{2+}$ ) has been done. The metal with drawal can be done in various method like electrowinning with electrolysis principle. This research purpose is to determine influence of electrode variation such as C-C, Al-C, and Zn-C toward precipitation of cobalt. Electrolysis cell is composed of graphite anode (C) and varieted cathode such as graphite (C), alluminium (Al), and zinc (Zn). Sample was made content of ion  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  with electrolyte solution such as HCl for anode and without electrolyte solution for cathode, andthen both of sample was connected with KCl salt bridge. Electrolysis was done in 2,8 Volt during 40 minute with various electrode pair such as C-C, Al-C, and Zn-C. Solution from electrolysis was analysed using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). The result from analysis showed the decreased of  $\text{Co}^{2+}$  concentration before and after analysis. For electrolysis without impurities, the concentration was decreased by 105 ppm (C-C), 70 ppm (Al-C),

and 100 ppm (Zn-C), meanwhile when electrolysis used impurities, the concentration was decreased by 85 ppm (C-C), 50 ppm (Al-C), and 70 ppm (Zn-C). The highest yield was obtained when electrolysis used C-C electrode pair which is 7,9% for electrolysis without impurities and for electrolysis with impurities the result 6,3%. The highest efficiency was obtained when electrolysis used Al-C electrode pair which is 11,7% when electrolysis without impurities and Zn-C was 23,48% when electrolysis with impurities.

*Keywords : cobalt (II), electrolysis, electrode*

## I. PENDAHULUAN

Kobalt merupakan suatu logam yang mempunyai karakteristik unik dan dibutuhkan untuk berbagai keperluan industri dan militer [1]. Kobalt termasuk dalam logam sekunder seperti As, Sb, dan Cd yang didapat karena hasil sampingan proses pengolahan logam utama dari bijih logam diantaranya Cu, Ni dan Zn [4]. Elektrolisis merupakan suatu peristiwa dimana suatu larutan akan di uraikan menjadi ion-ionnya, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda. Pada peristiwa ini kation akan mengalami reduksi karena menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi karena melepaskan elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda [5]. Elektrowinning merupakan proses pemurnian logam, merupakan tahap pengambilan logam kembali dari larutan dengan menggunakan arus listrik. Elektrowinning logam berprinsip pada elektrolisis larutan ataupun lelehan dari logam atau garam logam dengan anoda terlarut. Pengambilan logam Co biasanya dipengaruhi oleh logam lain. Logam – logam pengotor tersebut sangat sensitif satu sama lain dan mengganggu dalam proses elektrowinning, misalnya Zn, As, Sb, Co, Ni, dan Fe [7]. Berdasarkan

penelitian yang pernah dilakukan pada saat proses elektrowinning berlangsung harus memperhatikan *overvoltage*, efisiensi arus, kerapatan arus, dan kualitas logam yang di murnikan, selain itu perlu di perhatikan pula jenis elektrolit, elektroda, serta logam pengotor [6].

Pada penelitian ini akan dilakukan pengendapan  $\text{Co}^{2+}$  menggunakan pengotor  $\text{Zn}^{2+}$  menggunakan elektroda Grafit (C) dan Seng Zn. Secara teoritis potensial pengendapan Co dihitung menggunakan persamaan nerst

$$E_{red} = E_{Co}^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Co_{oks}]}{[Co_{red}]} \quad (1)$$

Pengaruh dari potensial Ohmik akan menaikkan potensial yang dibutuhkan pada sel elektrolisis sehingga diperlukan potensial luar yang lebih besar dari persamaan Nernst [5]. Faktor – faktor yang dipertimbangkan ketika memilih bahan elektroda adalah stabilitas fisik dan kimiawi yang meliputi ketahanan terhadap korosi, pembentukan oksida atau hidrida tertentu, laju dan selektivitas produk yang akan terbentuk, konduktivitas listrik, ketahanan dan harga faktor, serta kesesuaian dengan desain sel atau sistem [2][3]. Bahan elektroda yang dipergunakan dalam proses elektrolisis adalah katoda seng dan karbon dengan anoda karbon. Dari variasi ini diharapkan mampu menentukan perbandingan hasil serta pengaruh elektroda. Penelitian ini

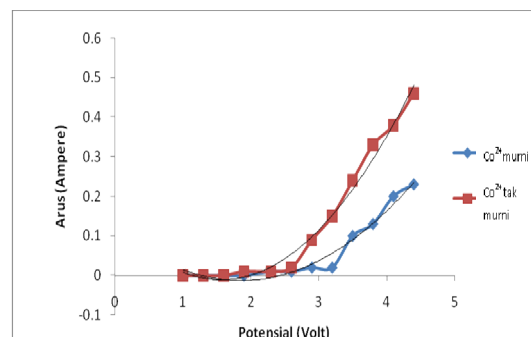
bertujuan untuk menentukan pengaruh variasi elektroda (C-C, Al-C, dan Zn-C) terhadap pengendapan logam kobalt.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Sampel yang digunakan ada 2 jenis yaitu larutan kobalt dengan elektrolit dan larutan kobalt yang diberi pengotor ion seng dengan elektrolit. Larutan yang mengandung  $\text{Co}^{2+}$  1300 ppm, dan 100 mL HCl 1 M digunakan untuk membuat sampel pertama sedangkan larutan mengandung  $\text{Co}^{2+}$  1300 ppm,  $\text{Zn}^{2+}$  60 ppm, dan 100 mL HCl 1 M digunakan untuk membuat sampel kedua. Larutan kemudian dielektrolisis dengan variasi potensial listrik 0-4 volt dilakukan peningkatan arus sebesar 0,1 volt setiap 2 menit disertai pengukuran arus (I) yang dihasilkan. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap larutan sampel pertama yang berisi  $\text{Co}^{2+}$  1300 ppm, dan 100 mL HCl 1 M. Dari data potensial kerja tersebut elektrolisis dilakukan dengan variasi elektroda. Larutan kobalt dielektrolisis menggunakan elektroda C-C, Al-C, dan Zn-C. Elektrolisis dilakukan pada potensial 2,8 Volt selama 40 menit pada suhu ruang. Perlakuan yang sama digunakan untuk mengelektrolisis larutan kobalt yang diberi pengotor ion  $\text{Zn}^{2+}$ . Larutan sebelum proses elektrolisis dan sisa larutan setelah elektrolisis kemudian dianalisis menggunakan AAS untuk dapat dihitung kadar kobalt dan seng yang tersisa

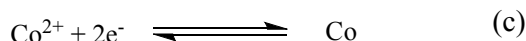
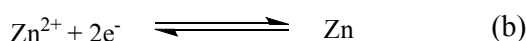
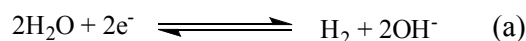
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil elektrolisis penentuan potensial kerja ditunjukkan pada gambar 1.

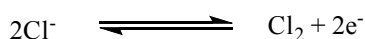
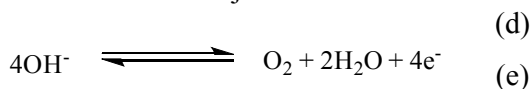


**Gambar 1.** Kurva hubungan antara arus dan potensial dalam elektrolisis larutan  $\text{Co}^{2+}$  dan larutan  $\text{Co}^{2+}$  dengan pengotor  $\text{Zn}^{2+}$

Reaksi ini terjadi pada anoda dan katoda. Reaksi yang terjadi di katoda adalah reaksi reduksi:



Reaksi oksidasi terjadi di anoda:



Rentang potensial kerja diperoleh dengan menentukan titik belok kurva. Penentuan rentang potensial pengendapan  $\text{Co}^{2+}$  secara persamaan matematis  $y = mx + c$  dari kurva diatas diperoleh antara 2,67 – 2,88 V. Perhitungan potensial pengendapan  $\text{Co}^{2+}$  juga dilakukan dengan persamaan (1) yang disubstitusikan ke persamaan (2) dengan memperhatikan hambatan pada sistem larutan elektrolit sebesar 38,1  $\Omega$ .

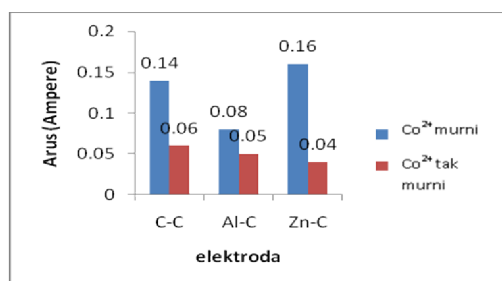
$$|E| = |E_{\text{diterentukan}}| - IR \quad (2)$$

$E_{\text{diterentukan}}$  atau potensial pengendapan  $\text{Co}^{2+}$  diperoleh dari persamaan (1). Sedangkan arus yang terukur saat melewati sistem adalah 0,02 A dan hambatan dari sistem adalah 38,1  $\Omega$  (2) Nilai secara perhitungan potensial pengendapan dari  $\text{Co}^{2+}$  adalah 2,34 V. Perbedaan antara perhitungan secara

matematis menggunakan persamaan 2 dan perhitungan kurva disebut *overvoltage*, *overvoltage* yang terjadi sekitar 0,33 – 0,54 V.

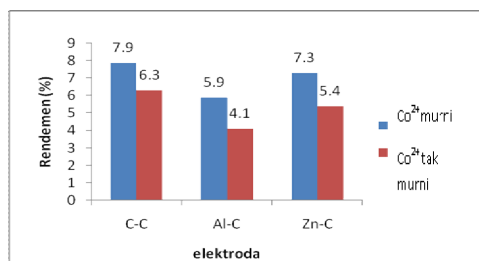
### Proses Elektrolisis dengan Variasi Elektroda

Terdapat perbedaan arus terukur saat proses elektrolisis, terjadi penurunan arus terukur ketika elektrolisis menggunakan pengotor  $Zn^{2+}$ . Perbandingan arus yang muncul ketika proses elektrolisis ditunjukkan oleh gambar 2.



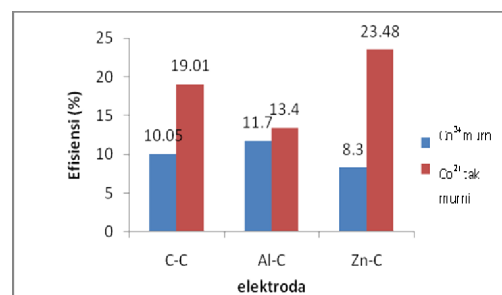
**Gambar 2.** Perbandingan arus yang muncul saat elektrolisis antara  $Co^{2+}$  tanpa pengotor dan dengan pengotor  $Zn^{2+}$

Penggunaan pengotor  $Zn^{2+}$  menurunkan arus, hal ini disebabkan bertambahnya muatan pada sistem larutan analit menyebabkan hambatan menjadi bertambah besar, sehingga elektron menjadi lebih sulit untuk bergerak yang menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih sulit dan kuat arus menjadi turun.



**Gambar 3.** Perbandingan rendemen hasil antara  $Co^{2+}$  tanpa pengotor dan dengan pengotor  $Zn^{2+}$

Gambar 3 menunjukkan informasi mengenai rendemen hasil penelitian ini. Rendemen hasil yang tertinggi diperoleh ketika elektrolisis menggunakan elektroda C-C. Grafit (C) yang memiliki sifat yang hampir sama dengan logam, yaitu merupakan bahan konduktor yang tinggi dan praktis karena setiap logam cepat akan menimbulkan korosi di elektroda positif. Elektroda ini berfungsi untuk mengumpulkan elektron-elektron yang terbentuk akibat reaksi reduksi dan oksidasi pada zat-zat kimia. Grafit merupakan elektroda inert karena sifatnya yang inert ini membuat elektroda C-C menjadi elektroda cukup baik untuk mereduksi  $Co^{2+}$ , sedangkan Al dan Zn termasuk elektroda reaktif. Seng mudah mengalami korosi sehingga bisa menjadi pengotor tambahan untuk proses elektrolisis, sedangkan Al merupakan pereduksi yang kuat karena mudah sekali membentuk  $Al^{3+}$ .



**Gambar 4.** Diagram hubungan efisiensi antara jumlah  $Co^{2+}$  yang tereduksi secara teoritis ( $W_{cal}$ ) dan secara penelitian ( $W_{ob}$ ).

Gambar 4 memberi informasi mengenai hubungan efisiensi antara jumlah  $Co^{2+}$  yang tereduksi secara teoritis ( $W_{cal}$ ) dan secara penelitian ( $W_{ob}$ ). Efisiensi yang ditunjukkan oleh elektroda Al-C menunjukkan hasil tertinggi pada proses elektrolisis tanpa pengotor, sedangkan ketika proses elektrolisis menggunakan pengotor  $Zn^{2+}$  hasil tertinggi ditunjukkan oleh elektroda Zn-C.

#### IV. KESIMPULAN

1. Rendemen (%) hasil tertinggi diperoleh ketika elektrolisis menggunakan pasangan elektroda C-C yaitu sebesar 7,9% untuk elektrolisis tanpa pengotor dan 6,3% untuk elektrolisis menggunakan pengotor  $Zn^{2+}$ .

2. Efisiensi tertinggi diperoleh ketika elektrolisis menggunakan pasangan elektroda Al-C yaitu sebesar 11,7 % untuk elektrolisis tanpa pengotor, dan pasangan elektroda Zn-C sebesar 23,48 % untuk elektrolisis menggunakan pengotor  $Zn^{2+}$ .

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada Bapak Drs. W.H. Rahmanto, M.Si yang telah memberikan arahan dalam penelitian ini

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, A., 2006, Keberadaan Sumber Daya Kobal Indonesia Dan Kemungkinan Pengembangannya Kedepan, *Metalurgi*, 21, 2
- [2] Artadi, A., 2007, Penggunaan Grafit Batu Baterai Sebagai Alternatif Elektroda Spektrografi Emisi, *JFN*, 1, 2

- [3] Couper, A.M., Pletcher D., dan Walsh, E., 1990, Electrode Material For Electrosynthesis, *Chem.Rev*, 90, 837-865
- [4] Sharma, I.G., Alex, P., Bidaye, A.C., dan Suri, A.K., 2009, Electrowinning Of Cobalt From Sulphate Solution, *Extractive Metallurgi*, 309
- [5] Skoog, D., West, D., M and Holler, F., J, 1993, *Principle of Instrumental Analysis*, 6<sup>th</sup> ed, Saunders Collage Pub: Philadelphia
- [6] XiaoHua, Y., Gang, X., RongXing, L., YongGang, L., dan Ying, L., 2010, Influence of Arsenic, Antimony and Cobalt Impurities on The Cathodic Process in Zinc Electrowinning, *Trans Nonferrous Soc*, 53, 677-682
- [7] Zang, H., Li, Y., Wang, J., dan Hong, X., 2009, The Influence of Nickel Ions on The Long Period Electrowinning of Zinc from Sulfate Electrolytes, *Hydrometallurgy*, 99, 127-130