



## Studi Pengaruh Temperatur terhadap Pengendapan Kobalt (Co) dengan Keberadaan Logam Seng (Zn) dalam Media Sulfat

Sonita Afrita Purba<sup>a</sup>, Linda Suyati<sup>a\*</sup>, Didik Setiyo Widodo<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

\* Corresponding author: [linda.suyati@live.undip.ac.id](mailto:linda.suyati@live.undip.ac.id)

### Article Info

Keywords:  
Electrolysis, cobalt,  
zinc

Kata Kunci:  
Elektrolisis, kobalt,  
seng

### Abstract

Research on the effect of temperature on cobalt (Co) deposition in the presence of zinc impurities (Zn) in sulphate media has been done. The objective of this study was to determine the composition of Co and Zn precipitates in the variation of deposition temperature and determine the best temperature in cobalt deposition in the presence of impurities. The method used is electrolysis with fixed installed potential and temperature variation. Research stages include preparation of the solution, determination of decomposition potential, sample electrolysis under various conditions and analysis. The result of decomposition potential determination was used as the potential application price at cobalt electrolysis process that was 3.5 V. The sample electrolysis was carried out at a potential of 3.5 V, pH of a 3.0 solution in 100 mL volume at each temperature of 30, 40, 50, 60, 70 and 80°C. The precipitates obtained were analyzed using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS). The result of SEM analysis showed that the best morphology was possessed by sediment temperature 60°C with fine grain surface and the smallest diameter is 0.26 µm. The EDS analysis results also show that the best results are owned by the electrolysis temperature of 60°C with Co composition of 99.73% and containing 0.27% Zn.

### Abstrak

Penelitian tentang pengaruh temperatur terhadap pengendapan kobalt (Co) dengan keberadaan pengotor seng (Zn) dalam media sulfat telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi endapan Co dan Zn pada variasi temperatur pengendapan serta menentukan temperatur terbaik dalam pengendapan kobalt dengan adanya logam pengotor. Metode yang digunakan adalah elektrolisis dengan potensial terpasang tetap dan variasi temperatur. Tahapan penelitian meliputi preparasi larutan, penentuan potensial dekomposisi, elektrolisis sampel pada berbagai kondisi dan analisis. Hasil penentuan potensial dekomposisi digunakan sebagai harga potensial aplikasi pada proses elektrolisis kobalt yaitu sebesar 3,5 V. Elektrolisis sampel dilakukan pada potensial 3,5 V, pH larutan 3,0 dalam volume 100 mL pada masing-masing temperatur 30, 40, 50, 60, 70 dan 80°C. Endapan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS). Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa morfologi terbaik dimiliki oleh endapan suhu 60°C dengan permukaan butiran halus dan diameter terkecil yaitu sebesar 0,26 µm. Hasil analisis EDS juga menunjukkan bahwa hasil terbaik dimiliki oleh deposit hasil elektrolisis suhu 60°C dengan komposisi Co sebesar 99,73% dan mengandung 0,27% Zn.

## 1. Pendahuluan

Kobalt merupakan logam yang terkandung pada lapisan bumi dengan jumlah yang kecil. Hanya ada sekitar 20 ppm kobalt di kerak bumi tetapi sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia sebagai komponen utama vitamin B<sub>12</sub> yang membantu proses pembaharuan sel darah merah. Metode yang digunakan untuk memperoleh kembali logam kobalt dari alam yaitu metode elektrolisis logam dari larutan yang disebut sebagai proses elektrowinning.

Logam yang sering dikaji dalam proses elektrowinning selain kobalt adalah logam seperti Sb, Ni, Cu, Fe, As, dan Zn [1]. Elektrowinning dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti *overvoltage*, kerapatan arus, efisiensi arus, dan kualitas logam yang dimurnikan. Pengukuran *overvoltage* oleh Yu, 2010 menunjukkan bahwa dengan penambahan konsentrasi Co dalam larutan pada proses elektrolisis menyebabkan potensial reduksi menurun dan kerapatan arus meningkat sedangkan Nguyen, 2008 mengungkapkan bahwa perubahan potensial elektroda saat reduksi tembaga menurun ketika konsentrasi Co<sup>2+</sup> ditingkatkan dan konsentrasi asam sebagai elektrolit diturunkan. Kongolo *dkk.* [2] juga melakukan penelitian tentang kontribusi deposisi Ni dan Zn terhadap elektrowinning Co, hasil menunjukkan bahwa meningkatnya konsentrasi Co mempengaruhi penurunan pengendapan logam Ni dan Zn. Dalam proses elektrowinning kobalt (Co) terdapat parameter yang mempengaruhi pengendapan yaitu temperatur, pH larutan dan kerapatan arus. Kondisi optimum pengendapan dengan suhu 60°C, range pH larutan sebesar 3,0-4,0 dan rapat arus sebesar 400 A/m<sup>2</sup>. Kobalt diendapkan dalam media sulfat dengan perubahan temperatur, pH dan arus namun belum mempertimbangkan adanya pengaruh logam pengotor dalam sistem seperti yang telah dilakukan [2].

Pengaruh logam pengotor dan kondisi optimum pengendapan perlu diperhatikan untuk memperoleh endapan yang terbaik. Endapan yang baik haruslah berbulir halus, seragam dan nampak seperti logam. Endapan dengan tampilan morfologi berongga, serbuk maupun gumpalan memiliki kemurnian yang kurang baik dan tidak melekat dengan baik di elektroda. Faktor utama yang mempengaruhi sifat fisik pengendapan adalah temperatur [3], sehingga perlu dikaji pengaruhnya terhadap pengendapan kobalt (Co). Pada penelitian ini akan dikaji proses elektrolisis kobalt pada perubahan temperatur dengan tidak hanya mempertimbangkan pH sebagai kondisi optimum tetapi juga mempertimbangkan adanya logam pengganggu dalam sistem elektrolisis [2].

## 2. Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Alat-alat gelas, timbangan listrik, multimeter, penghitung waktu, elektroanalizer GW INSTEK GPA-30600 dan pH meter Schoott. Akuades, CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96%.

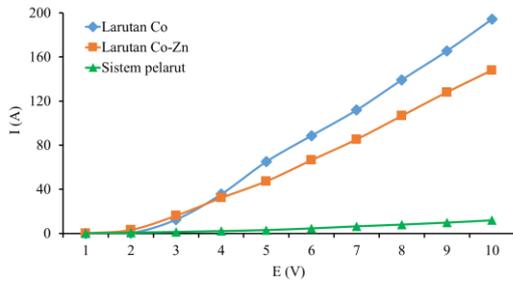
### Prosedur Penelitian

Sampel yang digunakan merupakan sampel percontohan. Sampel dibuat dengan pencampuran CoSO<sub>4</sub> 0,1 M dengan akuades dan pencampuran ZnSO<sub>4</sub> 100 mgL<sup>-1</sup> dengan akuades. Elektrolit yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% dengan pengkondisian sampel larutan pH 3,0. Pengukuran potensial deposisi dilakukan pada larutan Co<sup>2+</sup> 0,05 M dengan dan tanpa pengotor Zn<sup>2+</sup> 100 mgL<sup>-1</sup> serta sistem pelarut. Seluruh sampel dikondisikan pada pH 3 dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% pada gelas beker 100 mL. Penentuan potensial deposisi kobalt dengan mengkondisikan Temperatur 298 K, potensial diatur dari 1,0 hingga 10,0 V serta dilakukan pengukuran arus terbaca. Data yang diperoleh kemudian diplotkan pada kurva hubungan antara potensial (E) terhadap arus (I) sehingga dapat ditentukan nilai potensial deposisi dari kobalt. Sebanyak 50 ml larutan Co<sup>2+</sup> 0,1 M dan 100 mgL<sup>-1</sup> Zn<sup>2+</sup> serta elektrolit pendukung berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% pada gelas beker 100 ml. Dilakukan elektrolisis selama 6 jam dengan temperatur 30, 40, 50, 60, 70 dan 80°C. Penentuan potensial aplikasi dilakukan pada larutan Co<sup>2+</sup> dengan dan tanpa Zn<sup>2+</sup> serta sistem pelarut yang menghasilkan grafik ekstrapolasi masing-masing larutan yang selanjutnya disebut potensial dekomposisi. Hasil deposit yang diperoleh pada pengendapan dengan potensial aplikasi terpasang kemudian ditentukan massa, bulir kristal dan komposisi deposit, massa dan kemurnian kobalt, serta efisiensi arus. Analisis dengan menggunakan SEM-EDS dapat menentukan komposisi dan morfologi deposit yang terendapkan, massa kobalt dan seng yang terendapkan serta kemurnian kobalt dengan keberadaan logam seng.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Penentuan Potensial Dekomposisi Kobalt (Co)

Penentuan potensial dekomposisi dilakukan terhadap larutan CoSO<sub>4</sub>, larutan CoSO<sub>4</sub> dengan keberadaan ZnSO<sub>4</sub>, serta sistem pelarut yang bertujuan agar harga potensial dekomposisi yang diperoleh sesuai dengan kondisi sampel yang akan dielektrolisis yaitu mengandung pengotor seng (Zn). Proses ini dilakukan dengan mengelektrolisis larutan pada variasi potensial mulai dari 1,0 - 10 V dengan interval 1,0 V setiap 2 menit dan pembacaan arus pada tiap-tiap tahap. Arus yang dicatat selanjutnya dialurkan dalam suatu grafik hubungan antara potensial dan arus masing-masing larutan sampel dan sistem pelarut. Larutan yang digunakan dalam proses ini terdiri atas Co<sup>2+</sup> 0,05 M dengan dan tanpa Zn<sup>2+</sup> 100 mgL<sup>-1</sup> dan akuades sebagai sistem pelarut. Masing-masing larutan sampel dikondisikan pada pH 3 dengan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96%. Penentuan potensial dekomposisi larutan Co<sup>2+</sup> dengan dan tanpa Zn<sup>2+</sup> serta sistem pelarut ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Potensial dekomposisi larutan  $\text{Co}^{2+}$  dengan dan tanpa  $\text{Zn}^{2+}$  serta sistem pelarut

Hubungan antara potensial yang diberikan pada larutan  $\text{Co}^{2+}$  dengan arus listrik yang mengalir di dalam sistem tersebut. Potensial dekomposisi  $\text{Co}^{2+}$  tanpa keberadaan  $\text{Zn}^{2+}$  adalah sebesar 2,60 V,  $\text{Co}^{2+}$  dengan keberadaan  $\text{Zn}^{2+}$  sebesar 2,63 V serta sistem pelarut sebesar 5,0 V, sehingga ditetapkan potensial aplikasi sebesar 3,5 V sebagai harga potensial tetap dalam sitem elektrolisis.

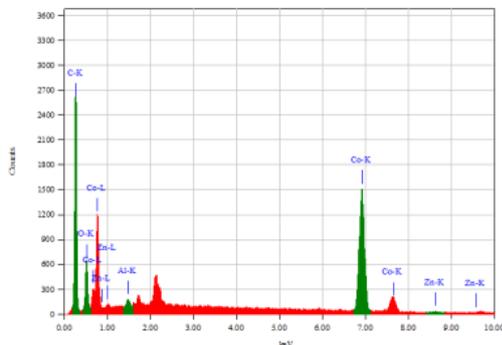
**Pengaruh Keberadaan Seng (Zn) dan Kenaikan Temperatur pada Elektrolisis Kobalt**

Elektrolisis masing-masing sampel larutan pH 3 dilakukan dengan perubahan temperatur mulai dari 30, 40, 50, 60, 70, hingga 80°C dengan potensial terpasang sebesar 3,5 V selama 6 jam. Hasil elektrolisis kobalt pada masing-masing temperatur dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

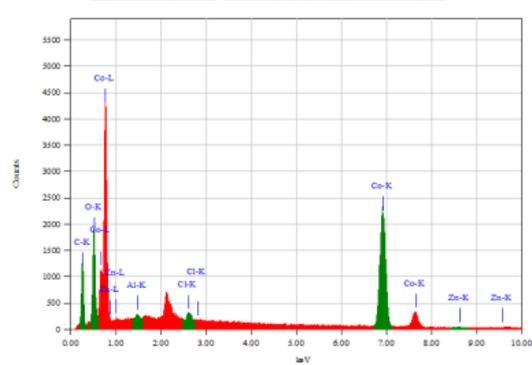
Tabel 1: Data berat kobalt pada elektrolisis berbagai temperatur

Temperatur (°C)	Massa deposit (g)
30	0,0586
40	0,0629
50	0,0699
60	0,0806
70	0,0718
80	0,0513

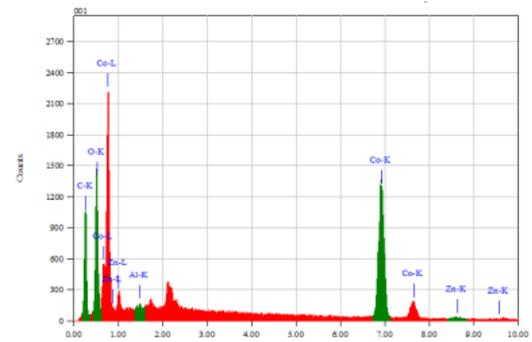
Hasil analisis EDS pada endapan hasil elektrolisis pada berbagai temperatur ditunjukkan oleh gambar 2-5.



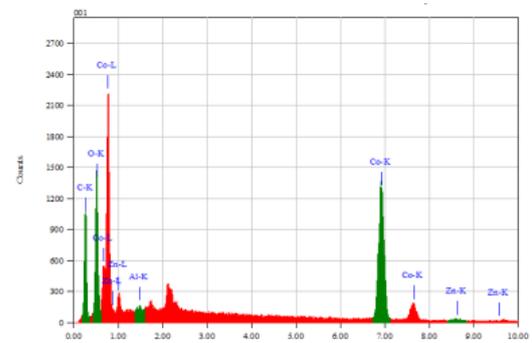
Gambar 2. Komposisi unsur endapan pada elektrolisis suhu 50°C



Gambar 3. Komposisi unsur endapan pada elektrolisis suhu 60°C

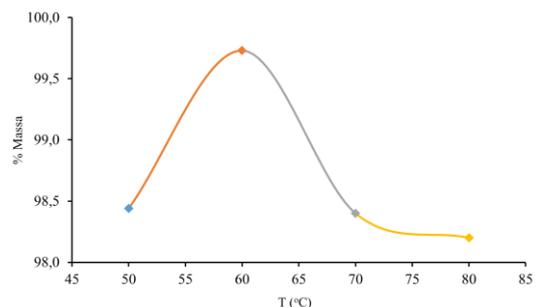


Gambar 4. Komposisi unsur endapan pada elektrolisis suhu 70°C

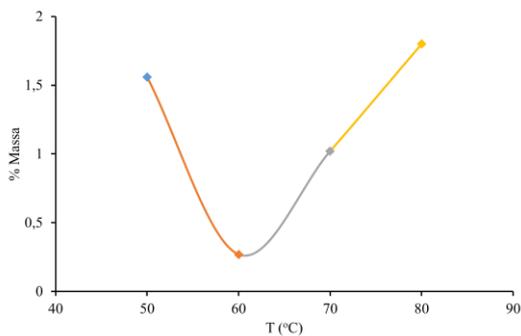


Gambar 5. Komposisi unsur endapan pada elektrolisis suhu 80°C

Komposisi Co pada endapan hasil elektrolisis pada berbagai suhu 50, 60, 70 dan 80°C masing-masing sebesar 98,44%; 99,73%; 98,98% dan 98,10%. Sedangkan komposisi seng masing-masing temperatur adalah sebesar 1,56%; 0,27%; 1,02% dan 1,80% (Gambar 6 dan 7)

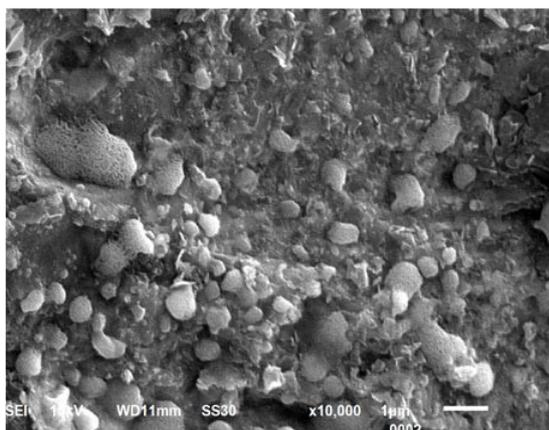


Gambar 6. Persentase massa kobalt (Co)

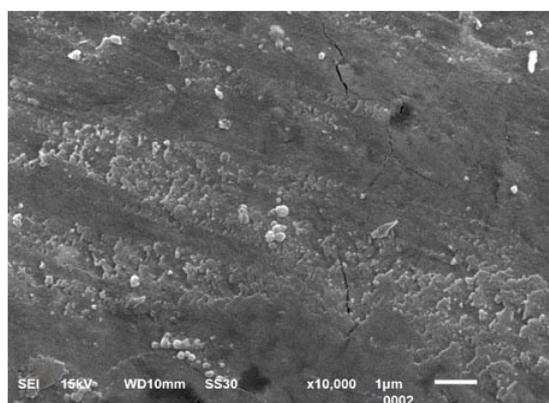


Gambar 7. Persentase massa seng (Zn)

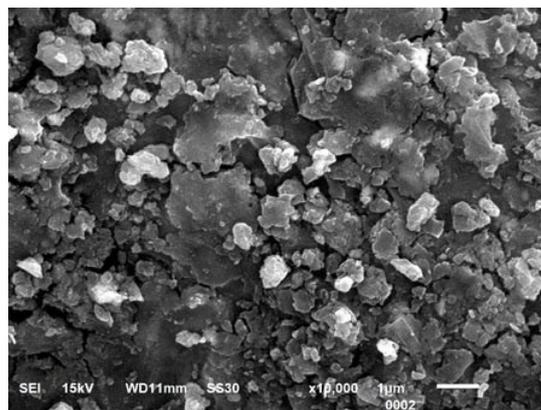
Hasil analisis SEM pada deposit dengan perubahan temperatur ditunjukkan oleh gambar 8-11.



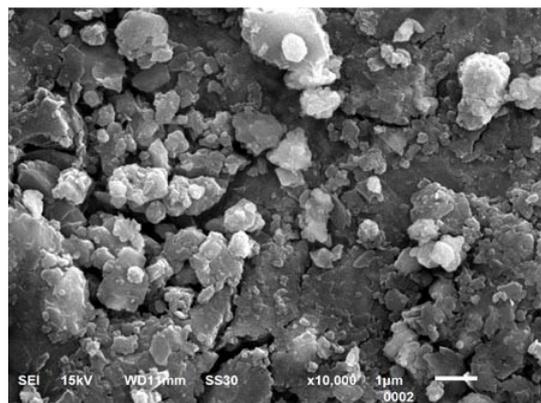
Gambar 8. Morfologi permukaan endapan elektrolisis suhu 50°C



Gambar 9. Morfologi permukaan endapan elektrolisis suhu 60°C



Gambar 10. Morfologi permukaan endapan elektrolisis suhu 70°C



Gambar 11. Morfologi permukaan endapan elektrolisis suhu 80°C

Hasil analisis SEM yang ditunjukkan pada masing-masing gambar menunjukkan perbedaan kandungan kobalt maupun seng dan mobilitas ion pada tiap-tiap kondisi dalam sistem elektrolisis dengan perubahan temperatur. Perbedaan masing-masing morfologi deposit membuktikan adanya kompetisi pengendapan antara kobalt dengan seng, semakin banyak seng yang terendapkan akan mengurangi kuantitas deposit kobalt yang ditandai dengan berkurangnya kehalusan bulir kristal endapan. Faktor lain yang menyebabkan perbedaan kehalusan morfologi Kristal adalah mobilitas ion dalam proses pengendapan, yaitu pada suhu yang ditingkatkan setelah suhu 60°C akan menyebabkan mobiltas semakin tinggi sehingga ion sulit terendapkan di katoda. Hasil morfologi dengan struktur bulir paling halus dan diameter terkecil ditunjukkan oleh endapan hasil elektrolisis suhu 60°C artinya pada pengendapan dengan suhu 60°C terbentuk kobalt dengan komposisi yang paling banyak dibandingkan dengan seng dengan laju pembentukan gas H<sub>2</sub> yang rendah. Fenomena yang berlawanan terlihat pada hasil elektrolisis dengan peningkatan suhu setelah 60°C, morfologi struktur yang terbentuk menjadi kasar dan semakin kasar dengan semakin meningkatnya suhu karena laju pembentukan gas H<sub>2</sub> juga meningkat. Morfologi permukaan endapan paling kasar dengan diameter yang paling besar ditunjukkan oleh hasil endapan suhu 80°C, yang membuktikan bahwa endapan yang terbentuk saat suhu ditingkatkan hingga 80°C menyebabkan peningkatan kodeposisi seng dan gas H<sub>2</sub> sehingga mengurangi

kehalusan struktur endapan. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa saat adanya pengaruh pengotor Zn pada sistem elektrolisis Co, suhu terbaik yang diperoleh sama dengan sistem elektrolisis tanpa pengotor. Hasil dari masing-masing analisis SEM-EDS menunjukkan bahwa elektrolisis kobalt yang terbaik pada suhu 60°C yaitu dengan kemurnian 99,73% dengan diameter endapan yang terkecil yaitu sebesar 0,26 µm

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengendapan Co pada variasi temperatur 50, 60, 70 dan 80°C masing-masing sebesar 98,44%; 99,73%; 98,98% dan 98,20%, sedangkan persentase Zn masing-masing sebesar 1,56%; 0,27%; 1,02% dan 1,80%. Elektrolisis kobalt terbaik berada pada temperatur 60°C dengan kemurnian 99,73% dengan diameter endapan terkecil sebesar 0,26 µm

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Huaiwei Zhang, Yong Li, Jikun Wang, Xin Hong, The influence of nickel ions on the long period electrowinning of zinc from sulfate electrolytes, *Hydrometallurgy*, 99, 1, (2009) 127-130 <http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2009.07.009>
- [2] K Kongolo, CT Mutale, MK Kalenga, Contribution of nickel, zinc and sulphur co-deposition during cobalt electrowinning, *Journal-South African Institute of Mining and Metallurgy*, 105, 9, (2005) 599
- [3] Buchari, ,, Analisis Instrumental : Tinjauan Umum dan Analisis Elektrometri, FMIPA, ITB bandung, 1990.