

## KUALITAS DAN MORFOLOGI HASIL ELEKTRODEPOSISI KOBAL PADA SUBSTRAT TEMBAGA TERHADAP PENGARUH RAPAT ARUS DAN ASAM BORAT

Siti Elin Huriyati, Abdul Haris, Didik Setiyo Widodo

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro, Semarang

**ABSTRAK**—Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh rapat arus dan asam borat terhadap kualitas dan morfologi hasil elektrodeposisi kobal pada substrat tembaga. Elektrodeposisi kobal pada substrat tembaga dilakukan selama 1 jam dengan anoda karbon dan katoda tembaga pada larutan tanpa asam borat dan penambahan asam borat 1,20 M dengan variasi rapat arus 0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025 A/cm<sup>2</sup>. Hasil elektrodeposisi dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS). Hasil analisis AAS menunjukkan bahwa kandungan logam kobal meningkat seiring dengan meningkatnya rapat arus. Hasil analisis SEM menunjukkan morfologi endapan dengan penambahan asam borat menghasilkan diameter dan ketebalan yang lebih kecil dengan butiran endapan yang lebih rata dan halus. Hasil analisis EDS menunjukkan komposisi endapan dengan penambahan asam borat memiliki kemurnian lebih tinggi yakni sebesar 100 %. Keberadaan asam borat mampu meningkatkan kualitas dan morfologi endapan kobal.

**Kata kunci:** elektrodeposisi, kobal, asam borat, rapat arus

### PENDAHULUAN

Kobal memiliki daya tarik yang cukup besar karena bersifat magnetis dalam aplikasinya diberbagai industri seperti pelapisan logam, bahan semikonduktor dan komponen elektronik. Kobal dapat diperoleh mudah dengan cara elektrodeposisi.

Pengendapan kobal secara elektrokimia dipilih karena memiliki banyak kelebihan antara lain prosesnya cepat, sederhana dan tidak memerlukan pemisahan terlebih dahulu, serta efisiensi yang tinggi sehingga diperoleh logam dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Prinsip metode elektrodeposisi adalah pembentukan endapan logam pada katoda dengan menggunakan bantuan energi listrik melalui suatu elektrolit<sup>[1]</sup>. Hasil elektrodeposisi dipengaruhi beberapa hal antara lain, pemilihan bahan elektroda, elektrolit, rapat arus, overpotensial, dan penambahan agen pengompleks.

Pada penelitian ini digunakan variasi rapat arus dan penambahan zat aditif berupa asam borat. Variasi rapat arus dilakukan karena rapat arus merupakan parameter yang perlu diperhatikan supaya endapan yang diperoleh mempunyai kualitas yang baik dan

tidak sampai terbakar<sup>[3]</sup>. Adanya asam borat juga mampu meningkatkan adsorpsi katoda terhadap ion logam kobal yang terdapat dalam larutan sehingga mampu menghasilkan hasil pelapisan dengan kekuatan penempelan yang lebih baik<sup>[4]</sup>. Asam borat ditambahkan pada pengendapan lapis tipis tembaga untuk menghalangi pengurangan proton H<sup>+</sup> pada proses reduksi H<sub>2</sub>O<sup>[5]</sup>. Elektrodeposisi Zn dan Ni dengan penambahan asam borat memberikan kualitas hasil endapan yang lebih baik dibandingkan tanpa penambahan asam borat<sup>[6]</sup>. Adanya asam borat menghasilkan Zn dan Ni pada campuran logam terdeposisi dengan lapisan permukaan yang lebih halus<sup>[7]</sup>. Penggunaan asam borat telah banyak digunakan dalam preparasi produk kobal *nanowires* untuk menghasilkan butiran endapan yang lebih tipis dan halus<sup>[8]</sup>.

Hasil elektrodeposisi dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk mengetahui kandungan logam kobal dalam endapan, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan endapan dan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) untuk mengetahui komposisi endapan kobal.

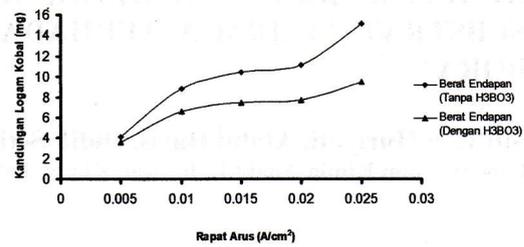
**PERCOBAAN**

Dengan mengoptimasi parameter-parameter elektrodeposisi yakni rapat arus dan penambahan zat aditif asam borat dapat diperoleh suatu endapan kobal dengan kualitas dan morfologi yang lebih baik. Substrat (katoda) yang digunakan yakni tembaga sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu dengan cara mengampelas lalu dibersihkan dengan menggunakan akuades. Selanjutnya substrat yang telah bersih siap digunakan untuk proses elektrodeposisi. Karbon digunakan sebagai anoda, sedangkan tembaga sebagai katoda. Larutan elektrolit yang digunakan yaitu  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,1 M. Proses elektrodeposisi berlangsung pada berbagai variasi rapat arus 0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025  $\text{A/cm}^2$  baik tanpa asam borat maupun dengan penambahan asam borat 1,20 M.

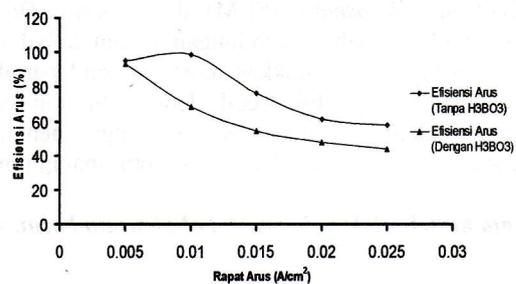
Endapan kobal yang terbentuk ditimbang untuk mengetahui kuantitas endapan dan dilarutkan dalam asam nitrat 3 M untuk menentukan laju pelarutan endapan. Kandungan logam kobal dalam endapan dianalisis dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) PE 3110 pada panjang gelombang 240,7 nm dengan sensitivitas 0,053  $\mu\text{g/ml}$ . Morfologi permukaan endapan dianalisis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (Jeol JSM 6360 LA). Komposisi endapan dengan menggunakan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (Jeol JSM 6360 LA).

**HASIL PEMBAHASAN**

Elektrodeposisi dilakukan dengan menggunakan anoda karbon dan katoda (substrat) tembaga. Proses ini berlangsung selama 1 jam dalam berbagai variasi rapat arus. Kandungan logam kobal hasil elektrodeposisi pada substrat tembaga dapat diketahui melalui analisis AAS. Semakin besar rapat arus yang digunakan, kobal yang mengendap pada katoda tembaga akan semakin banyak. Hal tersebut sesuai dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa Massa zat yang terjadi akibat reaksi kimia pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah listrik yang melalui larutan selama elektrolisis<sup>[9]</sup>.



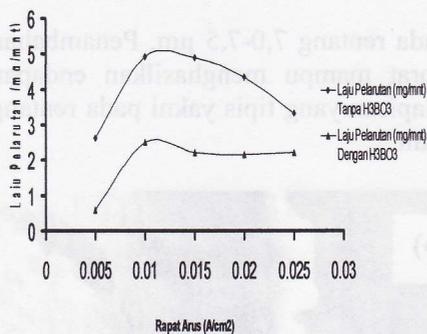
Grafik Pengaruh Rapat Arus terhadap Kandungan Logam Kobal pada Elektrodeposisi Tanpa Asam Borat dan Penambahan Asam



Grafik Pengaruh Rapat Arus terhadap Efisiensi Arus pada Elektrodeposisi Tanpa Asam Borat dan Penambahan Asam Borat 1,20 M

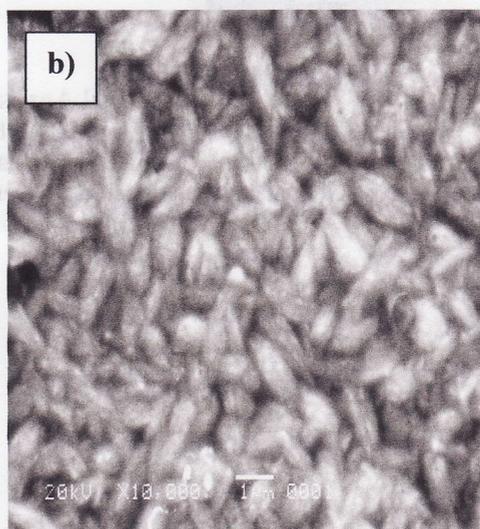
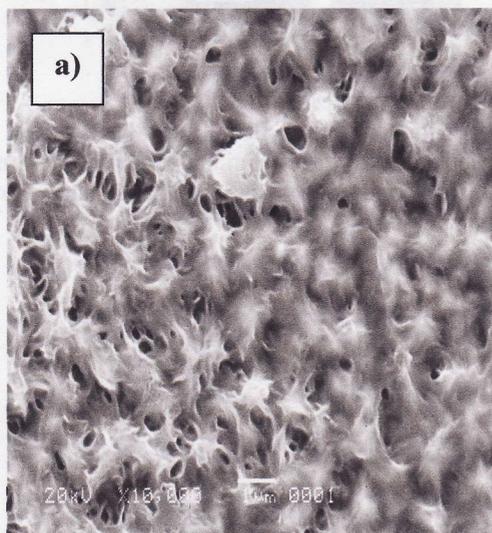
Perbandingan berat endapan secara praktek dan teoritis menghasilkan efisiensi arus<sup>[1]</sup>. Pada rapat arus kecil, efisiensi arus memiliki nilai yang besar karena pada potensial tersebut energi listrik yang mengalir hanya digunakan untuk mengendapkan ion logam kobal. Pada rapat arus besar, nilai efisiensi arus menurun dikarenakan pada rapat arus ini potensial yang terpasang telah melampaui potensial kerja air, sehingga energi tidak hanya digunakan untuk mengendapkan logam kobal.

Untuk mengetahui kekuatan lapisan kobal pada substrat tembaga dilakukan pelarutan endapan kobal yang dihasilkan ke dalam larutan  $\text{HNO}_3$  3M hingga endapan kobal dapat terlarut semua. Asam nitrat merupakan asam anorganik yang bersifat oksidator kuat, sehingga mampu melarutkan berbagai logam<sup>[10]</sup>.



Grafik Pengaruh Rapat Arus terhadap Laju Pelarutan Kobal pada Elektrodeposisi Tanpa Asam Borat dan Penambahan Asam Borat 1,20 M

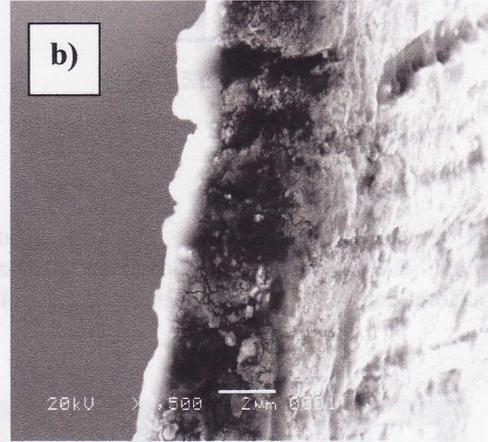
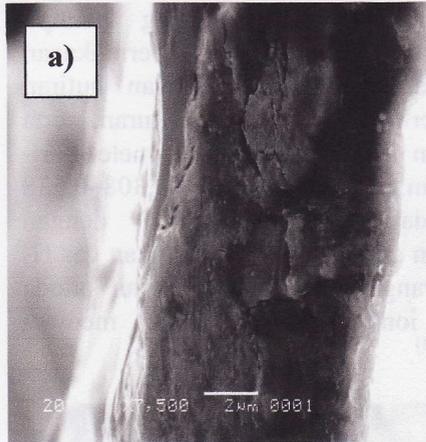
Melalui SEM, hasil elektrodeposisi tanpa asam borat menunjukkan morfologi permukaan endapan yang cenderung tidak rata, dengan butiran berbentuk acak dan tidak beraturan, serta kenampakan fisik yang kasar. Diameter pori-pori endapan pada rentang 0,769–1,077  $\mu\text{m}$ . Hal ini berbeda dengan penambahan asam borat yang mampu menunjukkan morfologi permukaan endapan yang lebih rata, dengan butiran endapan berbentuk lonjong beraturan, serta kenampakan fisik yang halus. Diameter pori-pori endapan pada rentang 0,308–0,538  $\mu\text{m}$ . Pada elektrodeposisi dengan penambahan asam borat pembentukan gas  $\text{H}_2$  dapat dikurangi sehingga penyerapan katoda terhadap ion logam kobal menjadi meningkat<sup>[4]</sup>.



Gambar Hasil Analisis SEM (Tampak Atas)  
 a) Tanpa Penambahan Asam Borat, b) Dengan Penambahan Asam Borat 1,20 M

Adanya asam borat mampu menghasilkan permukaan yang lebih rata dan tipis. Pada elektrodeposisi tanpa asam borat dihasilkan endapan dengan lapisan yang tebal

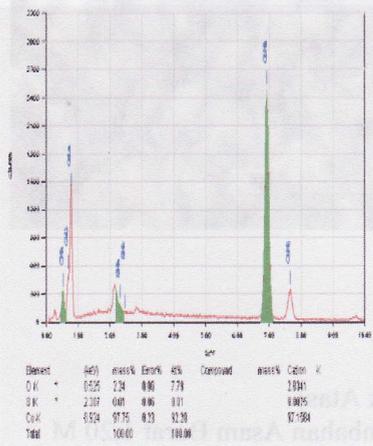
yakni pada rentang 7,0-7,5  $\mu\text{m}$ . Penambahan asam borat mampu menghasilkan endapan dengan lapisan yang tipis yakni pada rentang 4,0-4,5  $\mu\text{m}$ .



Gambar Hasil Analisis SEM (Tampak Samping)

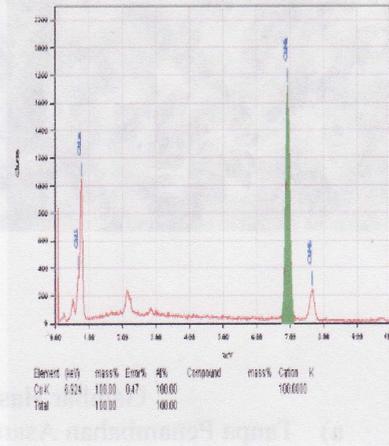
a) Tanpa Penambahan Asam Borat, b) Dengan Penambahan Asam Borat 1,20 M

Komposisi unsur-unsur di dalam endapan hasil elektrodeposisi dapat diketahui melalui EDS. Besarnya komposisi endapan dinyatakan dalam bentuk persen atom (%At). Komposisi endapan kobal tanpa asam borat sebesar 92,20% dan terdapat impuritas O sebesar 7,79% serta S sebesar 0,01%.



Gambar Hasil Analisis EDS Endapan Kobal pada Substrat Tembaga Tanpa Penambahan Asam Borat

Dapat dijelaskan bahwa dengan adanya asam borat mampu menghasilkan endapan kobal dengan kualitas yang lebih baik. Hal ini terlihat pada kekuatan dan kemurnian endapan yang dihasilkan. Disamping itu,



Gambar Hasil Analisis EDS Endapan Kobal pada Substrat Tembaga dengan Penambahan Asam Borat 1,20 M

asam borat juga mampu menghasilkan morfologi endapan yang lebih baik. Hal ini ditunjukkan dengan butiran endapan dengan diameter pori-pori yang jauh lebih kecil dan ketebalan yang lebih tipis sehingga menampilkan kenampakan fisik lebih baik.

## SIMPULAN

Kandungan logam kobal maksimal sebesar 15,1125 mg dengan rapat arus 0,025 A/cm<sup>2</sup> pada elektrodposisi tanpa asam borat dan 9,4875 mg dengan rapat arus 0,025 A/cm<sup>2</sup> pada elektrodposisi dengan asam borat 1,20 M.

1. Diameter butiran endapan kobal tanpa asam borat pada rentang 0,769–1,077 µm dan tebal lapisan 7,0–7,5 µm, sedangkan dengan penambahan asam borat pada rentang 0,308–0,538 µm dan tebal lapisan 4,0–4,5 µm.
2. Komposisi endapan kobal tanpa penambahan asam borat sebesar 92,20%, sedangkan pada penambahan asam borat sebesar 100%.
3. Penambahan asam borat mampu meningkatkan kualitas dan morfologi permukaan endapan hasil elektrodposisi kobal pada substrat tembaga.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sanders, A. H., 1950, "Electroplating", International Textbook Company, Pennsylvania.
2. Rieger, P. H., 1994, "Electrochemistry", Chapman and Hall, New York.
3. Purwanto, dan Huda, S., 2005, "Teknologi Industri Elektroplating", Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Wu, Y., Chang, D., Kim, D., dan Kovon, S. C., 2003, "Influence of Boric Acid on the Electrodepositing Process and Structures of Ni Alloy Coating", *Surface and Coatings Technology*, 173, 259-264.
5. Dahlan, D., Daud A. R., Radiman S., dan Yahya, R., 2005, "Pengendapan Lapis Tipis Nikel dan Sifat Korosinya", Fakultas Sains dan Teknologi UKM, Malaysia.
6. Shivakumara, S., Manohar, U., Arthoba Y., dan Venkatesha, T. V., 2007, "Influence of Additives on Electrodeposition of Bright Zn-Ni Alloy on Mild Steel from Acid Sulphate Bath", *Bull Mater Sci*, Vol. 30, No. 5, 455-462.
7. Krishna, A. M. M., Zaky, A. M., dan Toghan, A. A., 2005, "Morphology, Composition, and Corrosion Properties of Electrodeposited Zn-Ni Alloys from Sulphate Electrolytes", *Journal of Corrosion Science and Engineering*, Vol. 7, 1-25.
8. Caffarena, V. R., Capitaneo, J. L., dan Simao, R. A., 2006, "Preparation of Electrodeposited Cobalt Nanowires", *Materials Research*, Vol. 9, No. 2, 205-208.
9. Sukardjo, 1997, Kimia Fisika, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
10. Svehla, a,b Setiono, L., dan Pudjaatmaka, A. H., 1985, "Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro", Edisi ke-1, Jilid II, PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.