

# Pengaruh Rapat Arus Terhadap Ketebalan Dan Struktur Kristal Lapisan Nikel pada Tembaga

**Setyowati, Y. Iriani, A. H. Ramelan**

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

Email: setya.wati21@yahoo.co.id

Received 06-10-2011, Revised 29-03-2012, Accepted 05-04-2012, Published 30-04-2012

## ABSTRACT

The effect of current density on thickness and crystal structures of the coatings in the electroplating of nickel on copper has been investigated. The electroplating of nickel was conducted at a voltage of 0.5 V for 10 minutes with varied current densities of 0.3 mA/cm<sup>2</sup>; 0.6 mA/cm<sup>2</sup>; 0.9 mA/cm<sup>2</sup>; and 1 mA/cm<sup>2</sup>. The nickel coatings were tested by thickness measurement and crystal structures determination. The experimental results showed that the thickness of the nickel coatings increased as the current density increased. The XRD characterization of the nickel coatings revealed the diffraction patterns for cubic structures with orientation of (111) and (200). As the current density increases, the crystal with (111) and (200) orientation tends to be formed more largely.

*Key Words: electroplating, thickness, crystal structure*

## ABSTRAK

Pengaruh densitas arus terhadap ketebalan dan struktur kristal pelapisan nikel pada tembaga dengan metode elektroplating telah dilakukan. Pelapisan nikel dengan metode elektroplating menggunakan tegangan 0,5 V selama 10 menit dengan memvariasi rapat arus yaitu 0,3 mA/cm<sup>2</sup>; 0,6 mA/cm<sup>2</sup>; 0,9 mA/cm<sup>2</sup>; dan 1 mA/cm<sup>2</sup>. Lapisan nikel diuji ketebalan dan struktur kristalnya. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa ketebalan lapisan nikel bertambah besar seiring dengan bertambahnya densitas arus. Pengujian struktur kristal dengan difraksi sinar-X menunjukkan lapisan nikel yang terbentuk berstruktur kubik dengan orientasi bidang (111) dan (200). Densitas arus makin besar, kristal dengan orientasi bidang (111) dan (200) cenderung semakin terbentuk.

*Kata Kunci: elektroplating, ketebalan, struktur kristal*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi dewasa ini yang semakin pesat banyak barang yang diciptakan oleh manusia, baik untuk tujuan produksi maupun untuk tujuan kenyamanan hidup manusia itu sendiri, dimana semua barang tersebut banyak yang terbuat dari logam. Barang-barang dari logam ini memerlukan *finishing* agar terlihat lebih menarik dan tahan lama. Saat ini sudah banyak berkembang industri elektroplating yang mengerjakan pelapisan bagian-bagian mesin kendaraan seperti *swing arm*, tromol, poros dan bagian-bagian mesin lainnya<sup>[1]</sup>.

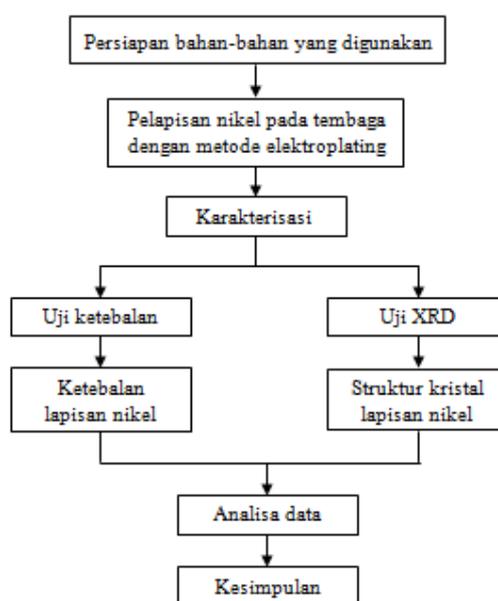
Ada beberapa metode pelapisan logam, diantaranya pencelupan panas (*hot dipping*), penyemprotan dan elektroplating<sup>[2]</sup>. Prinsip dasar elektroplating adalah penempatan ion-ion logam yang ditambah elektron yang berasal pada larutan elektrolit logam yang dilapisi. Ion-ion tersebut didapat dari anoda dan elektron berasal dari larutan elektrolit

yang digunakan. Anoda dan katoda terendam dalam larutan elektrolit. Ion logam akan melepaskan ion dari anoda dan ion yang terlepas akan menempel pada katoda. Banyak bahan yang dapat digunakan dalam proses pelapisan logam secara elektroplating, diantaranya adalah pelapisan timah putih, seng, nikel, krom, tembaga dan aluminium. Semua bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pelapis karena mempunyai banyak kelebihan diantaranya selain untuk mencegah korosi, dapat juga digunakan untuk menambah keindahan.

Beberapa parameter yang mempengaruhi hasil pelapisan menggunakan elektroplating diantaranya arus listrik yang digunakan. Pada makalah ini akan dibahas variasi rapat arus terhadap ketebalan dan struktur kristal lapisan nikel yang terbentuk di atas tembaga.

### METODOLOGI

Bahan yang akan dilapisi adalah tembaga dan nikel digunakan sebagai bahan terlapis. Larutan elektrolit yang digunakan memiliki komposisi: NiSO<sub>4</sub> (nikel sulfat), NiCl<sub>2</sub> (nikel klorida), H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (boric acid), Diamond Bright N 100 Carrier, Diamond Bright N 100 Maintenance .



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1. Variasi yang dilakukan adalah variasi rapat arus yaitu 0,3 mA/cm<sup>2</sup>, 0,6 mA/cm<sup>2</sup>, 0,9 mA/cm<sup>2</sup> dan 1 mA/cm<sup>2</sup> dengan waktu dan tegangan tetap yaitu 0,5 V selama 10 menit. Sampel kemudian diuji ketebalan dan struktur kristalnya. Ketebalan lapisan nikel didapatkan dengan menghitung massa sampel sebelum dan sesudah dilapisi, menggunakan persamaan berikut <sup>[3]</sup>:

$$t = \frac{m}{\rho \cdot A} \tag{1}$$

Dengan

- $t$  = tebal lapisan yang terbentuk (cm)
- $m$  =  $m_1 - m_2$  = massa lapisan yang terbentuk (gr)
- $\rho_{\text{nikel}}$  = massa jenis nikel (gr/cm<sup>3</sup>)

$$= 8,90 \text{ gram/cm}^3$$

$A$  = luas permukaan setelah dilapisi ( $\text{cm}^2$ )

Uji struktur kristal menggunakan alat XRD Bruker. Target yang digunakan adalah Cu dengan panjang gelombang  $1,54 \text{ \AA}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketebalan lapisan Ni

Logam nikel teroksidasi menjadi ion logam ( $\text{Ni}^{2+}$ ) yang kemudian larut dalam larutan elektrolit menggantikan ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  dari  $\text{NiSO}_4$  yang terelektrolisis mejadi  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  yang tertarik ke katoda untuk terbentuk endapan. Reaksi kimia yang terjadi seperti berikut:

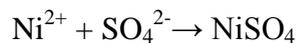
Oksidasi pada anoda:



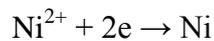
Elektrolisis ion logam:



Penggantian ion logam pada larutan:



Reduksi logam:

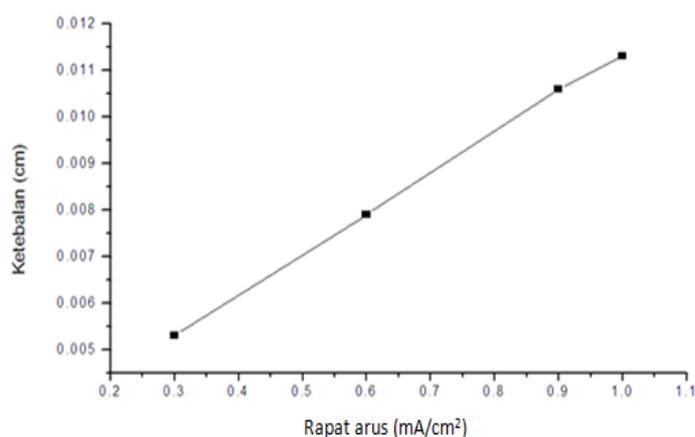


**Tabel 1.** Tabel variasi rapat arus terhadap massa dan ketebalan

No.	Rapat Arus ( $\text{mA/cm}^2$ )	$m_{\text{nikel}}$ (gram)	Tebal lapisan ( $\mu\text{m}$ )
1	0,3	0,08	53,18
2	0,6	0,12	79,78
3	0,9	0,16	106,37
4	1,0	0,17	113,02

Ketebalan lapisan nikel yang terdeposit di atas substrat tembaga dihitung dengan cara analitik. Massa substrat tembaga ditimbang dahulu sebelum dilapisi. Setelah dilapisi sampel ditimbang. Selisih berat merupakan berat lapisan nikel. Persamaan 1 digunakan untuk menghitung ketebalan lapisan nikel. Tabel 1 adalah variasi rapat arus terhadap ketebalan yang dihitung dengan analitik.

Tabel 1 jika digrafikkan seperti terlihat pada Gambar 2. Seiring dengan bertambahnya arus pelapisan maka ketebalan lapisan nikel makin besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar arus pelapisan maka makin banyak ion-ion nikel yang terdeposit di atas substrat tembaga. Jika rapat arus dinaikkan terus melebihi  $1 \text{ mA/cm}^2$  maka lapisan nikel yang terdeposit di atas substrat tembaga secara kasat mata makin kasar karena adanya gelembung-gelembung udara. Ketebalan lapisan nikel yang terbentuk menandakan banyaknya ion nikel yang terdepositasi pada tembaga. Hal ini sesuai dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat yang bereaksi pada elektroda-elektroda sel elektroplating berbanding lurus dengan jumlah arus yang melalui sel tersebut.

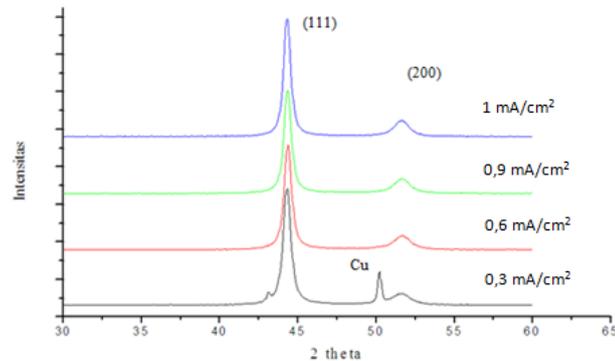


**Gambar 2.** Grafik hubungan kerapatan arus listrik pelapisan terhadap ketebalan lapisan nikel

Selisih ketebalan lapisan nikel antara arus  $0,3 \text{ mA/cm}^2$  dengan  $0,6 \text{ mA/cm}^2$  dibandingkan selisih ketebalan nikel pada rapat arus  $0,6 \text{ mA/cm}^2$  dengan  $0,9 \text{ mA/cm}^2$  hampir sama yaitu sebesar  $26,6 \mu\text{m}$ . Hal ini karena selisih arus yang digunakan juga sama yaitu  $0,3 \text{ mA/cm}^2$ . Akan tetapi lain halnya selisih ketebalan antara  $0,9 \text{ mA/cm}^2$  dengan  $1 \text{ mA/cm}^2$  hanya sekitar  $7 \mu\text{m}$  karena selisih arus yang digunakan hanya  $0,1 \text{ mA/cm}^2$ .

Pada waktu pelapisan juga terjadi gelembung-gelembung udara didalam larutan elektrolit yang menyebabkan ada sebagian ion-ion nikel yang tergabung dengan gas hidrogen. Ion-ion nikel tersebut yang tergabung dengan gas hidrogen akan dianggap terbuang<sup>[4]</sup>.

### Karakterisasi Struktur Kristal Lapisan Nikel



**Gambar 4.** Pola difraksi lapisan nikel pada tembaga untuk variasi rapat arus

Karakterisasi struktur kristal lapisan nikel terhadap besarnya arus listrik menggunakan X-ray diffraction. Pola difraksi yang didapatkan seperti disajikan pada Gambar 4. Nampak adanya puncak-puncak yang setelah dicocokkan dengan ICDD (*International Commission Data Diffraction*) data base PDF#040850 puncak tersebut milik lapisan nikel yang berstruktur kubik dengan orientasi bidang (111) dan (200). Seiring dengan bertambahnya arus maka intensitas pada sudut difraksi tertentu makin besar yaitu bidang (111) dan (200). Hal ini disebabkan makin besar rapat arus makin banyak ion nikel yang terdeposit di atas substrat tembaga sehingga probabilitas membentuk kristal pada orientasi bidang tertentu makin besar. Pada rapat arus 0,3 A muncul satu puncak yang tidak muncul pada variasi rapat arus yang lain. Puncak ini teridentifikasi milik tembaga. Rapat arus yang kecil menyebabkan lapisan nikel makin tipis, sehingga tembaga sebagai substrat terkena difraksi sinar X.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil karakterisasi dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lapisan Ni telah terbentuk di atas tembaga dengan metode elektroplating.
2. Pelapisan Ni pada tembaga pada proses elektroplating menunjukkan bahwa semakin tinggi rapat arus pelapisan Ni yang terjadi pada permukaan tembaga semakin tebal pada waktu dan tegangan tetap.
3. Berdasarkan karakterisasi XRD, semakin besar rapat arus, kristal dengan orientasi bidang (111) dan (200) cenderung semakin terbentuk.

### DAFTAR PUSTAKA

- 1 Suarsana, K., 2008. *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol 2, Nomor 1, hal 48-60.
- 2 Tretheway, K.R., diterjemahkan oleh : Alex Tri Kuntjoro Widodo, 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasawan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- 3 Hartomo, J., Anton dan Tomijiro Kaneko. 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Andi offset, Yogyakarta.

- 4 Lowenheim, Frederick. A., 1978. *Electroplating*, McGraw-Hill Book Company, New York.