

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK HASIL ELEKTROPLATING NIKEL KARBONAT (NiCO_3) PADA TEMBAGA (Cu)

Andrisel Putri, Sri Handani

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang
Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163
e-mail: andriselputri@ymail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang karakterisasi sifat mekanik hasil elektroplating nikel karbonat (NiCO_3) pada tembaga (Cu). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap persentase massa, kuat tarik, kuat tekan, dan kekerasan hasil elektroplating nikel karbonat (NiCO_3) pada tembaga (Cu). Variasi waktu yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, dan 25 menit. Nikel karbonat (NiCO_3) berfungsi untuk pelapisan pada tembaga agar mendapatkan kekerasan, kekuatan tarik dan kuat tekan yang lebih baik. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik material terhadap hasil elektroplating dilakukan dengan alat uji tekan dan uji tarik merek wekob 32559 Galdabini. Hasil uji tarik dan uji tekan tertinggi diperoleh pada waktu pelapisan 15 menit yang menghasilkan persentase massa deposit 7,407% dengan nilai kuat tarik yaitu 3,041 N/cm², nilai kuat tekan 3,139 N/cm² serta nilai kekerasan adalah 60,8 HRB.

Kata kunci : elektroplating, nikel karbonat, katalis, kuat tekan, kuat tarik.

ABSTRACT

The research about the characterization of the mechanical properties of electroplating results of nickel carbonate (NiCO_3) on copper (Cu) has been done. This study aims to determine the effect of time on the percentage of the mass, tensile strength, compressive strength, and hardness of electroplating nickel carbonate results (NiCO_3) on copper (Cu). Time variation that used is 5, 10, 15, 20, and 25 minutes. Nickel carbonate (NiCO_3) serves for coating on copper in order to get good results of hardness, tensile strength, and compressive strength. Characterization of compressive strength and tensile strength of the material to the results of the electroplating is done with test equipment and test press wekob 32559 Galdabini brand appeal. The highest result of tensile strength, compression strength, and hardness was obtained at the time of plating 15 minutes which resulted in a mass percentage of 7.407% deposit. The value of the tensile strength is 3.041 N/cm², the compressive strength is 3.139 N/cm² and the hardness value is 60 HRB.

Keywords : electroplating, nickel carbonate, catalysts, compressive strength, tensile strength.

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini berbagai bahan logam sudah dicetak, dilapisi, dibentuk sesuai dengan wujud akhir yang diinginkan. Bumper mobil misalnya, tidak hanya dikehendaki awet, tidak terkorosi, tetapi juga agar tetap mengkilap dan cemerlang selama masa pakainya. Begitu pula untuk alat-alat lain dari keperluan rumah tangga sampai olah raga.

Proses untuk melindungi logam tersebut merupakan salah satu bagian dari tahap penyelesaian (*finishing*). *Finishing* itu bermacam-macam, ada yang sekedar halus dan mengkilat, dicat atau dipernis serta dapat pula dilapisi logam lain agar menghasilkan permukaan logam dengan sifat yang berbeda dari logam dasar yang dilapisinya. Proses ini menggunakan metode elektrokimia dan disebut juga dengan proses elektroplating (Hartomo, 1992).

Elektroplating merupakan proses pelapisan logam, dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu guna memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapis. Pelapisan logam dapat berupa lapis seng (zink), galvanis, perak, emas, tembaga, nikel dan krom. Penggunaan lapisan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaan masing-masing material.

Salah satu logam yang digunakan sebagai pelapis pada plat baja, tembaga atau logam-logam lain agar terlindungi dari korosi dan menghasilkan permukaan yang halus serta mempunyai bentuk yang mengkilap adalah nikel. Nikel tahan terhadap panas, tahan korosi, tidak rusak oleh air laut dan alkali. Nikel bisa rusak oleh asam nitrat dan sedikit terkorosi oleh asam khlor dan asam sulfat (Abu, dkk, 2006).

Pada proses elektroplating nikel perlu ditambahkan garam ke bak *plating* sebelum proses pelapisan. Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Garam dalam air merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Garam-garam untuk plating itu misalnya nikel karbonat, nikel klorida, nikel fluoborat, nikel sulfamat, dan nikel sulfat (Suarsana, 2008). Penelitian ini menggunakan nikel karbonat (NiCO_3), karena NiCO_3 ini mudah terurai pada pemanasan, larut dalam asam serta larut dalam air.

Pada proses elektroplating ini plat yang akan digunakan adalah tembaga. Tembaga mempunyai sifat lunak dan ulet, tidak terlalu teroksidasi oleh udara. Karena sifatnya yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi. Plating tembaga mudah dilakukan begitu juga dengan larutannya yang mudah dikontrol. Tembaga merupakan logam yang mudah ditempa dan bersifat mulur sehingga mudah dibentuk menjadi yang diinginkan, serta merupakan konduktor panas yang baik (Basmal, dkk, 2012).

Pada 2012, Basmal, dkk melakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga-nikel pada baja karbon rendah secara elektroplating terhadap nilai ketebalan dan kekerasan. Dari hasil yang didapat diketahui bahwa ketebalan lapisan tembaga menyamai secara teori dan eksperimen terjadi pada suhu 40°C dengan waktu 10 menit yaitu $42.8 \mu\text{m}$, sedangkan untuk lapisan nikel terjadi pada suhu 65°C dengan waktu 20 menit $65.4 \mu\text{m}$. Dengan semakin tingginya suhu operasional nilai kekerasan permukaan dan ketebalan lapisan semakin meningkat.

Abu, dkk (2006) telah melakukan penelitian tentang elektroplating dekoratif protektif dengan kapasitas larutan elektrolit nikel 20 L dan krom 10 L. Dari penelitian ini didapatkan hasil untuk waktu pelapisan yang sama, jika arus yang digunakan semakin naik maka semakin naik pula massa lapisan nikel atau krom yang terjadi. Begitu pula dengan penggunaan arus yang sama dan lama waktu pelapisan yang semakin besar maka semakin besar pula massa lapisan nikel atau khrom yang terjadi. Pada waktu 1,5 menit massa lapisan yang dihasilkan 0,02287 g, sedangkan pada waktu 10,5 menit massa lapisan yang dihasilkan semakin meningkat yaitu 0,1607 g.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan elektroplating nikel karbonat (NiCO_3) pada tembaga (Cu). Arus yang digunakan 2,5 A, dengan variasi waktu, serta karakterisasi sifat mekanik yaitu kekuatan tarik, kekuatan tekan dan uji kekerasan.

II. METODE

2.1 Persiapan Spesimen yang akan Dilapisi

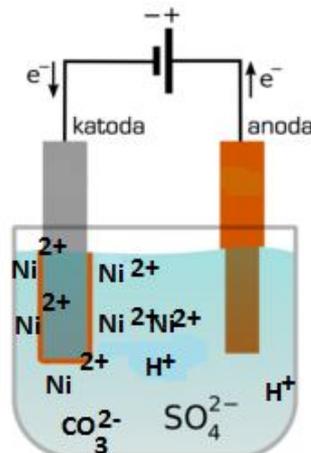
Plat tembaga dipotong dengan ukuran 5 cm x 2 cm. Plat tembaga diampelas dengan kertas amplas kasar 400C, kemudian diampelas lagi dengan kertas amplas halus 1500C untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat pada tembaga. Plat tembaga dicelupkan ke dalam larutan Asam Nitrat (HNO_3) selama 2 menit dan dicuci dengan aquades untuk mendapatkan permukaan yang bersih. Plat dikeringkan dalam oven selama 3 menit dengan suhu 40°C . Pada Gambar 1 dapat dilihat plat tembaga yang akan dilapisi.



Gambar 1 Plat tembaga yang akan dilapisi

2.2 Persiapan Larutan Plating

Setelah plat tembaga yang akan dilapisi siap digunakan, maka dibuat larutan plating menggunakan nikel karbonat (NiCO₃) 20 g/L yang diencerkan dengan menggunakan aquades dalam labu ukur 200 mL, serta larutan asam sulfat (H₂SO₄) 0,5 g/L yang diencerkan dalam labu ukur 200 mL. Larutan induk yang sudah diencerkan kemudian dicampurkan pada wadah plating. Setelah itu plat tembaga yang akan dilapisi dipasang pada katoda dan batang karbon pada anoda dan dilakukan proses pelapisan dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20, dan 25 menit dengan arus yang digunakan 2,5 A. Skema proses elektroplating bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema proses elektroplating Nikel

Pada proses elektroplating maka akan terjadi proses reaksi reduksi pada larutan, reaksi reduksi yang terjadi bisa dilihat pada Persamaan 1 dan 2.



2.3 Pengujian Persentase Massa Deposit

Pengujian persentase massa ini digunakan untuk menghitung pertambahan massa spesimen sebelum dan sesudah pelapisan. Pengujian persentase massa deposit nikel dilakukan dengan menggunakan alat timbangan digital. Persentase massa deposit nikel dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 :

$$\% \text{ massa} = \frac{M_1 - M_o}{M_o} \times 100\% \tag{3}$$

Dengan M_o adalah massa logam sebelum dilapisi (gram), dan M_1 adalah massa logam sesudah dilapisi (gram).

2.4 Karakterisasi Material

2.4.1 Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan menjepit kedua ujung spesimen yang akan diuji kemudian diberi gaya tarik secara terus-menerus, sehingga spesimen mengalami pertambahan panjang dan sampel akan patah. Spesimen yang diuji dihubungkan dengan sensor gaya yang langsung terhubung dengan komputer untuk melihat hasil pertambahan panjang yang terjadi. Keluaran dari uji kuat tarik ini berupa grafik defleksi terhadap beban yang diberikan pada spesimen. Skema uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema uji tarik
(Sumber : Siskandar, 2011)

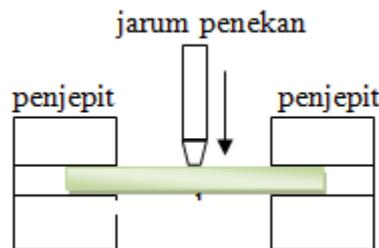
Nilai kuat tarik dapat dihitung menggunakan Persamaan 4:

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o} \tag{4}$$

Dengan σ_u adalah kuat tarik maksimal (N/cm²), P_u adalah beban tarik (N) dan A_o adalah luas awal penampang (cm²).

2.4.2 Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan cara menjepit spesimen pada kedua sisi ujung-ujungnya dan ditekan tepat di tengah-tengah spesimen yang akan diuji. Sampel yang diuji akan terus diberi tekanan gaya sampai bahan uji bengkok. Untuk melihat keluaran dari spesimen yang diuji, sisi dari spesimen dihubungkan dengan sensor gaya yang terhubung dengan komputer, keluaran berupa grafik defleksi terhadap beban yang diberikan pada sampel. Skema uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Skema uji tekan
(Sumber : Apipah, 2013)

Nilai untuk kuat tekan dapat dilihat pada Persamaan 5 :

$$\sigma_c = \frac{P_u}{A_c} \tag{5}$$

Dengan σ_c adalah kuat tekan (N/cm²), P_u adalah gaya maksimum penekan yang tegak lurus permukaan (N) dan A_c adalah luas bidang tembaga yang ditekan (cm²).

2.4.3 Uji Kekerasan

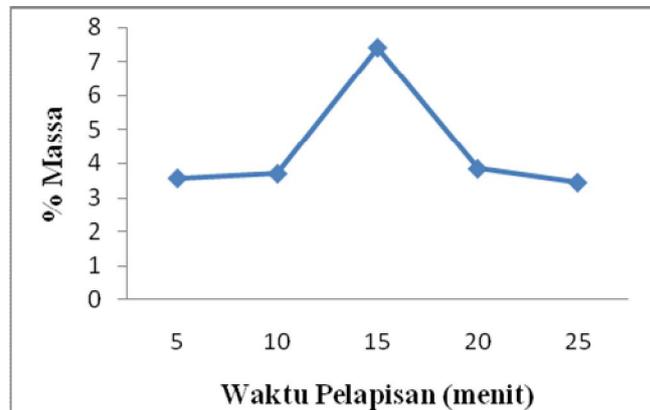
Pada uji kekerasan dengan metode Rockwell, bahan diletakkan pada alat uji kemudian dilakukan penekanan pada tiga titik yang berbeda setiap sampel dan hasil akan terlihat pada monitor alat berupa angka kekerasan dengan satuan HRB (*Hardness Rockwell B*), pengujian dilakukan pada tembaga sebelum dan sudah dilapisi nikel.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Waktu terhadap Persentase Massa deposit

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada waktu pelapisan 5 menit persentase massa relatif rendah yakni 3,571%. Pada waktu 10 menit terjadi peningkatan persentase massa 3,703%, ini disebabkan lapisan nikel pada tembaga semakin bertambah. Pada waktu pelapisan 15 menit

terjadi kenaikan persentase pertambahan massa yang sangat signifikan atau disebut juga dengan waktu optimum dengan persentase massa mencapai 7,407%. Hasil dari pengaruh waktu terhadap persentase massa ditampilkan pada Gambar 5



Gambar 5 Kurva pengaruh waktu terhadap presentase massa deposit

Setelah melewati waktu optimum 15 menit persentase massa menurun yaitu pada waktu pelapisan 20 menit persentase massa 3,846% dan pada waktu pelapisan 25 menit persentase massa 3,448%. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan suhu sampai 65°C, karena suhu larutan tinggi mengakibatkan peningkatan kecepatan aliran partikel, sehingga logam Ni²⁺ tidak dapat secara sempurna diendapkan di katoda serta mengakibatkan hasil pelapisannya menjadi halus dan tidak merata.

Hasil menunjukkan bahwa semakin lama waktu pelapisan, maka ion-ion nikel yang terkandung di dalam larutan elektrolit akan semakin banyak terlapis / terdeposit dispesimen, lapisan nikel yang terbentuk akan semakin tebal sehingga persentase massanya juga semakin meningkat. Namun hal ini juga mempunyai batas tertentu, karena jika waktu yang digunakan terlalu lama maka hasil elektroplating juga tidak bagus.

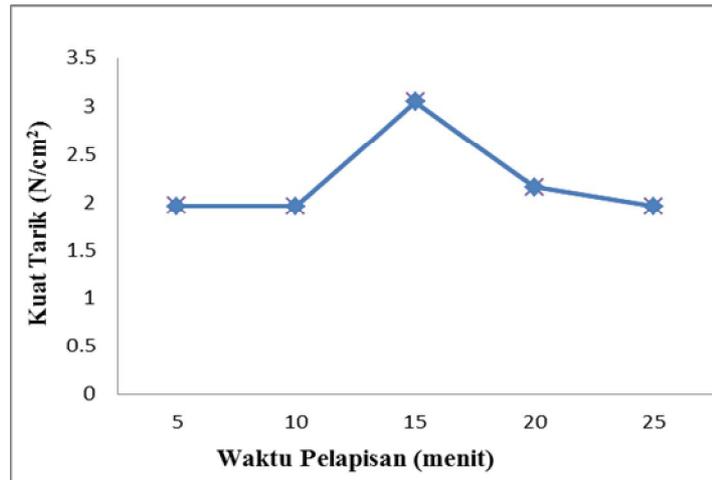
Pada waktu 15 menit suhu sistem sebesar 53°C. Berdasarkan penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa proses elektroplating nikel karbonat (NiCO₃) berlangsung dalam rentang suhu 35°C sampai 60°C. Pada waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit mulai terjadi peningkatan persentase petambahan berat karena laju difusi ion menuju katoda mulai naik. Selain itu pada kondisi tersebut sistem mulai mengalami peningkatan kecepatan reaksi diakibatkan oleh kenaikan suhu.

3.2 Variasi Waktu Terhadap Kuat Tarik Hasil Plating

Pada waktu pelapisan 5 menit ini terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 1,962 N/cm². Pada waktu pelapisan 10 menit beban maksimum yang diterima sampel adalah 1,962 N/cm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 0,250 mm sampai 0,400 mm kemudian sampel hasil plating patah

Pada waktu pelapisan 15 menit beban maksimum yang diberikan pada sampel yaitu 3,041 N/cm². Beban ini merupakan beban yang paling besar dibandingkan beban untuk sampel kuat tarik yang lain. Pada waktu pelapisan 15 menit ini terjadi pertambahan panjang yang selalu meningkat dari 0,100 mm sampai 0,450 mm pada beban.

Pada waktu pelapisan 20 menit sampel tidak terlalu mengalami pertambahan panjang, ini disebabkan karena lapisan nikel yang menempel pada tembaga tidak terlalu merata. Inilah yang menyebabkan sampel tidak terlalu kuat. Beban maksimum yang bisa ditahan sampel adalah 2,158 N/cm², sedangkan untuk waktu pelapisan 25 menit, beban maksimum yang bisa ditahan oleh sampel adalah 1,962 N/cm², sedangkan pertambahan panjang tidak terlalu besar yaitu 0,100 mm sampai 0,250 mm kemudian sampel patah. Grafik kuat tarik terhadap pengaruh variasi waktu pada tembaga hasil plating bisa dilihat pada Gambar 6.



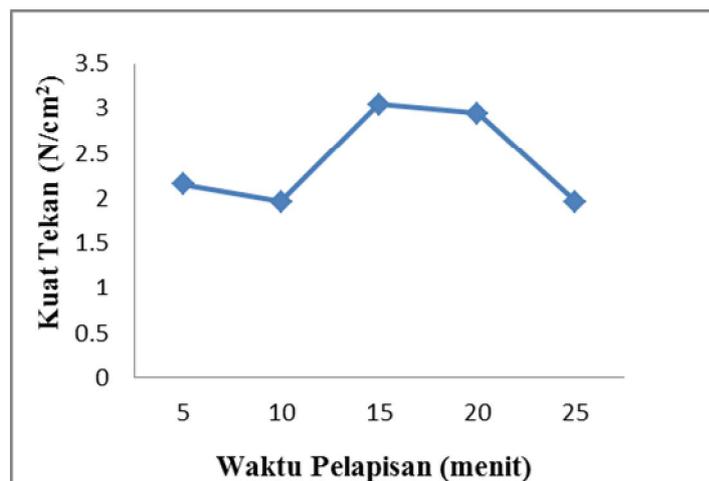
Gambar 6 Grafik kuat tarik terhadap pengaruh waktu.

Waktu yang digunakan pada pelapisan ini adalah 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Dari hasil yang didapatkan maka pada waktu pelapisan 15 menit memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan waktu yang lain yaitu sebesar 3,041 N/cm², ini disebabkan lapisan yang dihasilkan sampel lebih merata dan lebih banyak menempel pada sampel sehingga kekuatan sampel untuk menahan beban lebih besar

3.3 Variasi Waktu terhadap Kuat Tekan Hasil Plating

Pada waktu pelapisan 5 menit, hasil plating dapat menahan beban maksimum 2,158 N/cm², dengan defleksi 0,500 mm sampai 2,000 mm, waktu 10 menit beban maksimum yang bisa ditahan oleh sampel hasil plating 1,962 N/cm², kemudian terjadi defleksi 0,500 mm sampai 2,000 mm dan 3,000 mm sampai 5,000 mm.

Beban maksimum pada sampel hasil plating pada waktu 15 menit ini merupakan beban yang paling besar dari pada beban dengan sampel pada variasi waktu yang lain dimana beban yang ditahan oleh sampel berada pada 3,139 N/cm², sedangkan pertambahan panjang pada sampel ini selalu naik sampai pada beban maksimum yaitu 4,000 mm. Pada waktu 20 menit beban maksimum yang diterima oleh sampel hasil plating adalah 2,943 N/cm², sedangkan pertambahan panjang pada sampel ini pada beban maksimum adalah 3,500 mm.



Gambar 7 Grafik pengaruh waktu terhadap kuat tekan

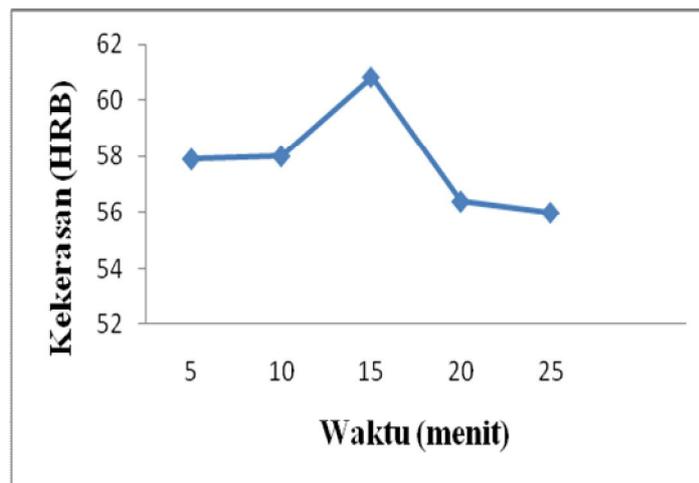
Pada waktu pelapisan 25 menit, beban maksimum yang diterima oleh sampel hasil plating adalah 1,962 N/cm², sedangkan pertambahan panjang pada beban maksimum adalah 4,000 mm. Dari variasi waktu, dapat dilihat nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada waktu 15 menit yaitu sebesar 3,139 N/cm². Ini dikarenakan pada waktu pelapisan 15 menit memiliki lapisan nikel yang lebih banyak dan merata, sedangkan pada waktu 25 menit menghasilkan kuat

tekan yang lebih rendah karena suhu larutan terlalu tinggi mengakibatkan peningkatan kecepatan aliran partikel sehingga logam Ni^{2+} tidak dapat secara sempurna diendapkan di katoda, dan mengakibatkan hasil pelapisannya menjadi hangus atau menyebabkan endapan nikel tidak merata yang disebabkan oleh peningkatan waktu pada proses pelapisan (Awinda, 2008). Grafik hubungan antara variasi waktu terhadap kuat tekan ditunjukkan pada Gambar 7.

Perbedaan hasil kuat tekan pada tiap-tiap variasi waktu membuktikan bahwa semakin lama waktu yang digunakan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan, tetapi pada waktu yang terlalu lama juga tidak menghasilkan lapisan yang bagus karena suhu yang terdapat pada elektrolit semakin meningkat dan nikel yang terdapat pada larutan tidak sempurna menempel pada tembaga bahkan bisa hangus.

3.4 Pengaruh Waktu terhadap Hasil Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan suatu tahanan sebuah benda terhadap penetrasi atau daya tembus dari benda lain yang lebih keras (penetrator). Pada pengujian untuk mencari pengaruh waktu terhadap kekerasan, ternyata variasi waktu juga menyebabkan perubahan kualitas permukaan hasil pelapisan. Perubahan ini dapat dilihat dari perbedaan nilai kekerasan pada setiap spesimen yang diuji. Kekerasan ini tergantung pada atau sebanding dengan persentase massa deposit, semakin besar massa deposit maka kekerasan juga akan semakin meningkat begitu juga sebaliknya, jika besar persentase massa deposit menurun maka kekerasan juga akan menurun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8, yaitu grafik pengaruh variasi waktu pada kuat arus yang konstan.



Gambar 8 Grafik pengaruh variasi waktu terhadap kekerasan

Gambar 8 menunjukkan bahwa pada waktu 5, 10 dan 15 menit kekerasan deposit cenderung naik yakni 57,9 HRB, 58,0 HRB, dan 60,8 HRB. Pada waktu 20 sampai 25 menit kekerasannya relatif turun yakni sampai 56,0 HRB, ini disebabkan lapisan yang dihasilkan sampel kurang bagus dan lapisan tidak merata, sedangkan nilai kekerasan tembaga sebelum dilapisi 55,9 HRB. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kekerasan hasil plating setelah dilapisi.

IV. KESIMPULAN

Dari pengukuran persentase massa deposit, kuat tarik, kuat tekan dan pengujian kekerasan dengan variasi waktu hasil elektroplating nikel karbonat pada tembaga diperoleh waktu optimum pada elektroplating ini waktu pelapisan 15 menit yang memberikan persentase massa deposit 7,407%, kuat tarik $3,041 \text{ N/cm}^2$, kuat tekan $3,139 \text{ N/cm}^2$ serta nilai kekerasan spesimen 60,8 HRB.

Waktu yang digunakan sangat berpengaruh pada proses elektroplating nikel, semakin lama waktu yang digunakan maka semakin besar massa deposit dan kekerasan pada spesimen juga semakin meningkat, tetapi jika waktu yang digunakan terlalu lama dan suhu larutan

semakin tinggi maka hasil yang didapatkan tidak bagus karena, terjadinya peningkatan kecepatan aliran partikel sehingga logam Ni²⁺ tidak dapat secara sempurna diendapkan dikatoda, dan mengakibatkan hasil pelapisannya menjadi hangus atau menyebabkan endapan nikel tidak merata yang disebabkan oleh peningkatan waktu pada proses pelapisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu.M, Gunawan.A.D, Triadi.N.D, Subagyo.D, Wibowo.E., 2006, Elektroplating Dekortif Protektif dengan Kapasitas Larutan Elektrolit Nikel 20 L dan Khrom 10 L, Vol. 14, No. 2, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Apipah, E.R., 2013, Sintesis dan Karakteristik Membran Nilon yang Berasal Dari Limbah Benang, *Skripsi*, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Awinda, 2008, Pengaruh rus dan Waktu Terhadap Hasil Elektroplating Krom (VI) Oksida (CrO₃) pada Tembaga (Cu), Universitas Andalas, Padang.
- Basmal, Bayuseno, Nugroho.S., 2012, Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel pada Baja Karbon Rendah secara Elektroplating terhadap Nilai Ketebalan dan Kekerasan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Giancoli, D.C., 1998, *Fisika*, Jilid I, Edisi Kelima, (diterjemahkan oleh: Yuhilza, H.), Erlangga, Jakarta.
- Hartomo, A. J., 1992, Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating), Andi Offset, Yogyakarta.
- Siskandar, R., 2011, Sintesa dan Karakterisasi Sifat Mekanik Membran Polisulfon yang Didadah Titaniumdioksida, *Skripsi*, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suarsana,I.K, 2008, Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratif terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan, Universitas Udayana, Bali.