

Pengaruh Jenis Larutan, Kuat Arus dan Waktu Pelapisan Nikel pada Aluminium terhadap Kekerasan

Reny Afriany¹⁾, Kusmono²⁾, R. Soekrisno²⁾

- 1) Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Universitas IBA, Palembang
E-mail : reny.afriany@yahoo.com
- 2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas GadjahMada
E-mail : kusmono72@yahoo.com
E-mail : soekrisno@ugm.ac.id

Abstrak

Penggunaan lapisan nikel krom pada aluminium telah banyak dilakukan pada dunia industri terutama industri otomotif. Melapisi aluminium dengan nikel atau krom bertujuan untuk mendapatkan sifat aluminium yang lebih baik lagi sesuai keperuntukannya. Secara umum nikel plating akan memperbaiki kekerasan aluminium, laju korosi dan memperbaiki penampilan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis larutan, kuat arus dan waktu pelapisan nikel pada aluminium terhadap kekerasan.

Aluminium dilapisi nikel pada temperatur 30°C, proses pelapisan dilakukan dengan memvariasikan kuat arus pada 0,2, 0,3, & 0,4 A dan variasi waktu pelapisan 10, 15 & 20 menit. Larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan *Watts* (330g/L nikel sulfat, 4,5 g/L nikel kloride, 38 g/L boric acid) dan larutan *Chlorid sulfate* (200 g/L nikel sulfat, 175 g/L nikel kloride, 40 g/L boric acid). Setelah dilapisi dilakukan pengujian kekerasan permukaan menggunakan indentasi mikro Vickers dengan pembebanan 10 gram.

Pelapisan nikel pada aluminium telah menyebabkan kenaikan nilai kekerasan yang sangat signifikan. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada kuat arus 0,4 A selama 20 menit di dalam larutan *Chloride sulfate* yaitu mencapai 815% (32.90 ke 269.04 VHN_{0,01}). Secara umum, hasil pelapisan menunjukkan larutan *Chloride sulfate* memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding larutan *Watts* seiring dengan peningkatan waktu pelapisan dan peningkatan kuat arus.

Keywords: nikel *plating*, kuat arus, larutan, waktu pelapisan, kekerasan

Pendahuluan

Proses elektroplating nikel merupakan salah satu proses perlakuan permukaan yang dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat-sifat fisik dan mekanik lebih baik dari bahan dasarnya. Proses elektroplating nikel diharapkan meningkatkan ketahanan terhadap korosi serta bertujuan untuk memperindah penampilan (*decorative*) dari aluminium itu sendiri, disamping itu biaya yang diperlukan pada proses pelapisan ini relatif murah.

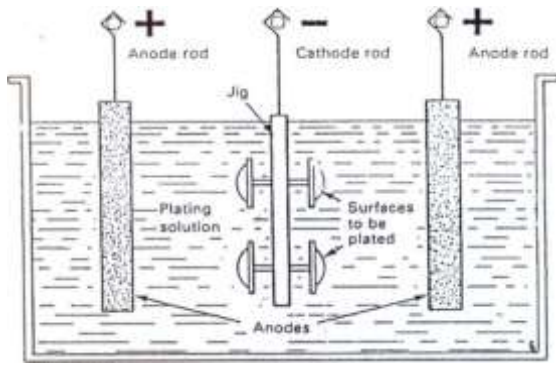
Dengan peningkatan rapat arus dan temperatur, berat dan ketebalan lapisan semakin meningkat (Norziana, 2010). Lamanya waktu pencelupan aluminium dalam larutan pelapis juga menentukan rata atau tidaknya distribusi lapisan (Chandra, 2007). Aluminium yang di *chromate-coating* akan mengalami peningkatan kekerasan sampai 571 VHN_{0,01} dan mengalami penurunan korosi sebesar 1,10 mpy (Priyambodo, 2011). Penelitian ini untuk melihat sejauh mana peningkatan kuat arus dan waktu pelapsan dapat

meningkatkan kekerasan aluminium. Jenis larutan juga akan dilihat pengaruhnya terhadap kekerasan yang terjadi

Metode Penelitian & Proses Penelitian yang Digunakan

Logam aluminium yang digunakan berbentuk lingkaran dengan diameter 14 mm dan tebal 2 mm. Spesimen aluminium sebelum proses elektroplating dipreparasi dahulu. Spesimen aluminium dicelupkan dulu dalam larutan soda api, larutan nitrit dan larutan zinkcate.

Spesimen yang telah siap selanjutnya dilakukan proses elektroplating. Logam pelindung, yang dalam hal ini adalah nikel bertindak sebagai anoda dan aluminium sebagai logam yang akan dilapisi bertindak sebagai katoda seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema proses elektroplating (Malau, 2011)

Kedua elektroda dan spesimen tersebut dicelupkan dalam dua jenis larutan elektrolit. Komposisi dan konsentrasi dua jenis larutan tersebut ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi larutan pada *nickel plating*

Komposisi	Jenis Larutan			
	Larutan I (Watts)		Larutan II (Chloride-sulfate)	
	g/L	Molar	g/L	Molar
Nickel sulfate, $NiSO_4 \cdot 6H_2O$	330	1,25	200	0,76
Nickel chloride, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$	45	0,19	175	0,74
Boric acid, H_3BO_3	38	0,61	40	0,65
Brightener SS	0,5 ml/liter			
Brightener AM	0,5 ml/liter			

Arus listrik DC akan dialirkan pada larutan ini sehingga ion-ion dari larutan akan menempel pada permukaan substrat. Jumlah spesimen yang dielektroplating ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah spesimen yang diperlukan pada proses elektroplating

No.	Parameter yang divariasikan		Jumlah spesimen larutan I	Jumlah spesimen larutan II
	Kuat arus (amper)	Waktu (menit)		
1	0,2	10	3	3
2		15	3	3
3		20	3	3
4	0,3	10	3	3
5		15	3	3
6		20	3	3
7	0,4	10	3	3
8		15	3	3
9		20	3	3
Total jumlah spesimen			27	27
			54	

Kekerasan yang diukur adalah kekerasan lapisan nikel pada aluminium. Pengujian kekerasan permukaan spesimen dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan mikro Vickers. Uji Vickers

dilakukan terhadap *raw material* (spesimen tidak mendapat perlakuan *electroplating*) dan setelah mendapat perlakuan *electroplating*. Pengujian dilakukan menurut ASTM E 384, beban indentasi yang digunakan sebesar 10 gram selama 10 detik. Jejak intan hasil pengukuran diukur pada arah sumbu X (horizontal) dan sumbu Y (vertikal). Selanjutnya jejak yang telah diukur diameternya dihitung kekerasannya menggunakan persamaan (1) sehingga didapatkan nilai kekerasan VHN.

$$VHN = \frac{1,854P}{D^2} \quad (1)$$

Dalam proses *electroplating* ini, untuk setiap variasi parameter pelapisan, spesimen yang dilapisi sebanyak 3 spesimen, tiap spesimen diambil 5 titik pengujian kekerasan secara acak, sehingga nilai kekerasan merupakan nilai kekerasan rata-rata dari 15 titik pengujian. Penginjakan oleh indentor dikenakan pada spesimen dalam posisi lateral.

Hasil dan Pembahasan

Nilai kekerasan mikro Vickers dari substrat aluminium sebesar 32,90 VHN_{0,01}. Pengujian komposisi Tabel 3 menunjukkan kandungan komposisi kimia yang dimiliki oleh substrat aluminium.

Tabel 3. Komposisi kimia substrat aluminium (% wt)

Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zn	Ti
98.01	0.385	0.858	0.05	0.113	0.326	0.0124

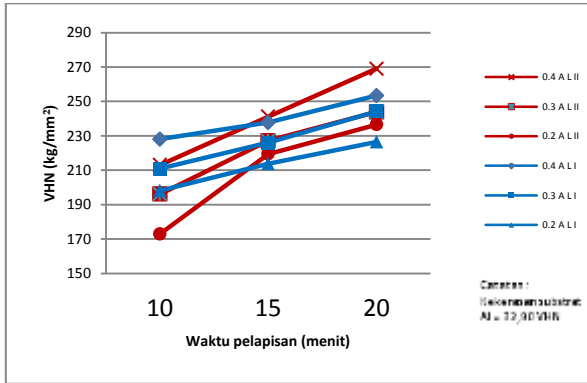
Pengaruh kuat arus

Tabel 4 menunjukkan nilai kekerasan rata-rata dari aluminium yang dilapisi nikel menggunakan larutan I dan larutan II. Data hasil uji kekerasan pada Tabel 4 digambarkan dalam sebuah grafik seperti pada Gambar 2. Grafik menunjukkan perubahan kekerasan aluminium yang dilapisi nikel untuk kedua jenis larutan dengan perbedaan kuat arus dan perbedaan waktu pelapisan.

Tabel 4. Kekerasan mikro Vickers lapisan nikel pada proses *electroplating* menggunakan larutan I (Watts) & larutan II (Chloride sulfate).

Larutan	Kuat arus / Waktu pelapisan	0.2 A	0.3 A	0.4 A
		I	10 min	198,15
	15 min	213,81	226,05	237,76

	20 min	226,51	244,14	253,36
II	10 min	172,99	196,17	213,08
	15 min	219,43	227,14	241,22
	20 min	236,50	243,90	269,04



Gambar 2. Pengaruh waktu pelapisan dan kuat arus terhadap kekerasan hasil *electroplating* nikel pada larutan I dan larutan II

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa kekerasan substrat aluminium meningkat sangat signifikan setelah dilapisi dengan nikel. Peningkatan kuat arus dari 0,2, 0,3 dan 0,4 A untuk setiap waktu pelapisan yang sama akan meningkatkan nilai kekerasan aluminium. Hal ini disebabkan karena kuat arus berfungsi sebagai pemindah ion-ion nikel untuk menempel pada permukaan substrat. Semakin tinggi kuat arus maka semakin cepat ion-ion nikel menempel pada permukaan substrat. Hal ini menyebabkan lapisan nikel lebih padat sehingga kerapatan permukaan pada substrat meningkat. Hal ini sesuai dengan hukum Faraday yang menyebutkan bahwa peningkatan rapat arus akan meningkatkan jumlah logam yang terdposisi.

Pengaruh waktu pelapisan

Peningkatan waktu pelapisan dari 10 menit sampai 20 menit untuk setiap besaran kuat arus yang sama juga meningkatkan nilai kekerasan aluminium. Hal ini juga sesuai dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa berat logam yang diendapkan adalah sebanding dengan waktu *electroplating*. Kekerasan tertinggi dicapai dari proses pelapisan nikel pada parameter kuat arus 0,4 A, waktu pelapisan 20 menit dan jenis larutan II, yaitu sebesar 269,04 VHN_{0,01} dimana terjadi peningkatan kekerasan 815% dibanding kekerasan *raw material* aluminium (32,90 ke 269,04 VHN_{0,01}). Apabila kuat arus melebihi 0,4 A atau rapat arusnya diatas 10 A/dm² akan mempengaruhi daya adhesi lapisan nikel pada aluminium dimana lapisan yang dihasilkan mudah terkelupas (Norziana, 2010). Jika waktu pelapisan

dinaikkan menjadi 25 menit pada kuat arus 0,4 A dan jenis larutan II, lapisan nikel pada permukaan aluminium mengelupas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan untuk larutan I walaupun lapisan tidak mengelupas namun nilai kekerasan spesimen menurun sebesar 12% (253,36 ke 222,54 VHN_{0,01}).



Gambar 3. Hasil pelapisan nikel pada kuat arus 0,4 A selama 25 menit dengan menggunakan larutan II

Terjadinya penurunan kekerasan ini kemungkinan disebabkan karena sifat jenuh yang dimiliki oleh ion-ion nikel untuk menempel pada permukaan spesimen yang mulai timbul pada waktu tertentu dalam proses *electroplating*, dimana dapat mengurangi ikatan lapisan sehingga mengakibatkan penurunan kekerasan lapisan.

Pengaruh jenis larutan

Gambar 2 memperlihatkan nilai kekerasan hasil *electroplating* dengan larutan I pada waktu pelapisan 10 menit dengan peningkatan kuat arus 0,2 A sampai 0,4 A lebih tinggi dibanding dengan kekerasan hasil *electroplating* dengan larutan II pada waktu 10 menit dan variasi kuat arus yang sama. Namun secara keseluruhan dari grafik pada Gambar 2 menunjukkan larutan II memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding larutan I seiring dengan peningkatan waktu pelapisan dan peningkatan kuat arus. Hal ini mungkin dapat dijelaskan dengan kandungan nikel klorida yang lebih tinggi pada larutan II akan meningkatkan konduktivitas larutan dan meningkatkan tingkat distribusi lapisan terhadap distribusi arus primer pada elektroda katoda dan larutan (*throwing power*). Kandungan nikel sulfatnya merupakan sumber utama ion nikel yang bekerja lebih baik pada rapat arus yang tinggi dan mendukung distribuspi ion. Kekerasan hasil *electroplating* nikel dengan menggunakan larutan I sebenarnya tidak terlalu berbeda jauh, kandungan nikel sulfatnya yang tinggi mengandung ion nikel untuk pelapisan. Namun hal ini harus didukung dengan nikel klorida untuk mencegah pasivitas anoda, dimana bila hal ini terjadi maka ion-ion nikel logam pelapis akan menurun. Jadi kemungkinan disini terjadi pasivitas anoda namun dalam tingkat yang rendah. Ditinjau dari segi ekonomis, harga larutan II sedikit lebih rendah dibanding larutan I untuk per literanya. Hal ini bisa juga menjadi tinjauan bagi para *electroplater* dalam melakukan proses *electroplating*.

Kesimpulan

Pengaruh hasil *electroplating* nikel pada aluminium terhadap kekerasan dalam penelitian ini adalah :

Kuat arus dari 0,2, 0,3 sampai 0,4 A dalam proses *electroplating* nikel pada aluminium meningkatkan nilai kekerasan aluminium. Nilai kekerasan aluminium tertinggi terjadi pada kuat arus 0,4 A, dimana terjadi peningkatan kekerasan mencapai 815% dibanding kekerasan *raw material* aluminium (32,90 ke 269,04 VHN_{0,01}).

Waktu pelapisan dari 10, 15 sampai 20 menit dalam proses *electroplating* pada aluminium meningkatkan nilai kekerasan aluminium. Nilai kekerasan aluminium tertinggi terjadi pada waktu pelapisan selama 20 menit.

Nilai kekerasan aluminium hasil proses *electroplating* nikel dengan menggunakan larutan *Chloride sulfate* secara umum lebih tinggi dari kekerasan aluminium pada larutan *Watts*.

Referensi

ASM Handbook, 1990, Properties & Selection : Nonferrous alloys & Special-Purpose Materials, Volume 2, ASM International

ASM Handbook, 1994, Surface Engineering, Volume 5, ASM International

ASTM, 2000, Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials, E.384, ASTM Committee, United States

Hartono, A.J., Kaneko, T., 1995, Mengenal Pelapisan Logam, Yogyakarta

Chandra, A.A., 2007, Pengaruh Variasi Waktu Celup Tembaga Proses Elektroplating Tembaga, Nikel dan Khrom terhadap Cacat Vibrous pada Aluminium 1100, Universitas Muhammadiyah Surakarta : Thesis

Callister, W.D, 2001, Fundamentals of Materials Science and Engineering, Canada, John Wiley & Sons, Inc.

Lowenheim, F.A., 1978, Electroplating, McGraw-Hill Book Company

Malau, V., 2011, Perlakuan Permukaan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Norziana, 2010, High Speed Nickel Plating on Difficult to Plate Metal (Aluminium), Universiti Teknologi Malaysia : Master Thesis

Priyambodo, B.H., 2011, Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan, Struktur Mikro dan Laju Korosi Lapisan Chromate Coating pada Logam Aluminium, UGM, Yogyakarta : Master Thesis

Suhirman, Wahid, 1984, Pengetahuan Bahan, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Surabaya

Surdia, T., Saito, S., 1985, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta