Proses Pelapisan Nikel Diatas Al Dengan Metode Elektroplating

Cahaya Rosyidan^{(a)*}, Mustamina Maulani^(b), Lisa Samura^(c), dan Onnie Ridaliani^(d)

Prodi Teknik Perminyakan, Jakarta, Indonesia, 11440

Email : ^(a*)cahayarosyidan@trisakti.ac.id, ^(b)mustamina@trisakti.ac.id, ^(c)lisa.samura@trisakti.ac.id, dan ^(d)onnieridaliani@trisakti.ac.id

Diterima (28 Juli 2021), Direvisi (30 Juli 2021)

Abstract. Metal coatings are starting to be widely used as a way to prevent metals from corroding. In addition to preventing corrosion, metal coatings have been developed to thicken metals, increase hardness, wear resistance, and corrosion resistance. Characterization of the materials used using SEM, and XRD. The SEM characterization results show a crystal shape similar to a pyramid. The increasing coating time will increase the crystal size with the preferred plane orientation direction is [111] with the largest crystal size in the experiment with a time of 4.5 h which is 55.44 nm using the Williamson-Hall method.

Keywords: Electroplating, SEM, XRD.

Abstrak. Pelapisan logam mulai banyak digunakan sebagai cara untuk mencegah logam dari korosi. Selain mencegah korosi, pelapisan logam mulai dikembangkan untuk mempertebal logam, meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, dan ketahanan korosi.. Karakterisasi material yang digunakan dengan menggunakan SEM, dan XRD. Pada hasil karakterisasi SEM memperlihatkan bentuk kristal yang mirip dengan piramida. Semakin meningkatnya waktu pelapisan akan menaikkan ukuran kristal dengan arah orientasi bidang yang disukai adalah [111] dengan ukuran kristal terbesar pada percobaan dengan waktu 4.5 j yaitu sebesar 55,44 nm yang menggunakan metode Williamson-Hall.

Kata kunci: Pelapisan, SEM, XRD.

PENDAHULUAN

Logam aluminium menjadi salah satu material yang banyak digunakan masyarakat seperti transportasi, bangunan dan konstruksi serta aksesoris dan dekorasi rumah karena sifatnya lunak dan penampilan bergaya, warnanya keperakan dan mengkilap. Harga cukup terjangkau serta mudah didapatkan, berbeda pemanfaatan logam aluminium pada bidang keteknikan, pada bidang keteknikan penggunaan logam aluminium karena logam aluminium mudah dibentuk, sebuah konduktor panas yang baik, tahan terhadap suhu dingin, aluminium juga dapat terkorosi. [1][2]

Pelapisan logam mulai banyak digunakan sebagai cara untuk mencegah logam dari korosi. Selain mencegah korosi, pelapisan logam mulai dikembangkan untuk mempertebal logam, meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, dan ketahanan korosi [3][4]. Banyak faktor yang mempengaruhi untuk mendapatkan hasil keuntungan tersebut diantaranya adalah komposisi bahan, komposisi larutan [5][6], suhu larutan [7][8][9], kuat arus larutan [10]–[12], durasi pencelupan dan tegangan listrik larutan [5], [10]–[17]. Proses *electroplating* telah lama dikenal untuk pelapisan logam seperti nikel, krom, emas, dan perak. Metode elektroplating menawarkan banyak kelebihan seperti

lebih cepat, terpercaya dan biayanya relatif lebih murah [18][19][20]–[23].

Ukuran kristal memiliki impresi langsung pada energi permukaan lapisan. Seiring dengan energi permukaan, morfologi permukaan juga memainkan peran penting dalam keterbasahan permukaan. Karena dari perubahan kerapatan arus (j) dapat diperoleh ketebalan, morfologi lapisan dan ukuran kristal. Oleh karena itu dalam riset ini akan dicari perubahan mikrostruktur lapisan dan sebaran partikel Ni di atas substrat Al dengan variasi waktu [24], [25].

Penelitian yang dilakukan oleh Zubar yo dkk menggunakan larutan elektrolit $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (210 g L^{-1}), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 g L^{-1}) dan H_3BO_3 (45 g L^{-1}) [26]. Larutan ini disebut juga sebagai larutan watts karena menggunakan tiga komponen pendukung utama seperti Nikel sulfat, nikel klorida dan boric acid

Meskipun penelitian mengenai pelapisan Nikel di atas substrat aluminium telah banyak dilakukan. Meskipun penelitian pelapisan Nikel ke aluminium dengan variasi waktu telah banyak dilakukan, namun masih banyak yang kurang menjelaskan dengan detail mengenai pengaruh pelapisan nikel diatas aluminium dengan metode electrodeposit terhadap ukuran kristal, morfologi permukaan. Karakterisasi material pada penelitian ini menggunakan SEM, dan XRD.

PENELITIAN

1. Bahan dan Persiapan

Batang anoda yang digunakan adalah logam nikel murni 98% dan anodanya adalah substrat aluminium. Larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan

watts $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (210 g L^{-1}), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 g L^{-1}) dan H_3BO_3 (45 g L^{-1}) dengan kualitas/grade analisis dari pabrik kimia Merck. Sebelum dilakukan percobaan logam aluminium diampas dan dicuci dalam larutan ultrasonik.

2. Morfologi dan Struktur

Gambar 1 memperlihatkan evolusi mikrostruktur pelapisan Nikel murni diatas Aluminium dengan variasi waktu. Terlihat dari hasil SEM Nikel tersebar merata di atas substrate Aluminium pada proses elektroplating dengan waktu 3.5 j (**Gambar 1a**). Kemudian secara visual terlihat dari penambahan waktu menjadi 4.5 j ukuran kristal semakin membesar dan terlihat cukup dekat satu sama lain (**Gambar 1b**). Pada variasi waktu 5j h secara visual ukuran kristal menjadi lebih kompak dan terikat satu sama lain (**Gambar 1c**).

Tabel 1: Komposisi kimia dari nikel murni yang diuji dari XRF

Unsur	Konsentrasi (%)
Al (Aluminium)	0,02
Ca (Kalsium)	0,04
Fe (Besi)	0,23
Ni (Nikel)	98,01
Y (Yttrium)	1,61
Zr (Zirkon)	0,04
Nb (Niobium)	0,05

Gambar 1.(a-c) hasil morfologi SEM dengan perbesaran 10.000 x untuk variasi waktu

Tabel 2: Parameter hasil karakterisasi XRD

Parameter	Sampel		
	3.5 jam	4.5 jam	5 jam
Struktur Kristal	Cubic FCC	Cubic FCC	Cubic FCC
Space Group	Fm-3m	Fm-3m	Fm-3m
space Group Number	225	225	225
Parameter Kisi (Å) $a = b = c$	3,5175	3,5206	3,5152
Volume (Å ³)	44.36	44.36	44.36
Densitas (g/cm ³)	8,79	8,79	8,79
d -spacing (Å)	1,0142	1,0093	1,0137
Crystallite Size			
Williamson-Hall (nm)	20,69	55,44	21,00
GOF (Goodness of Fit)	0,8837	2,04934	0,98324

ola XRD yang dihasilkan Pola XRD yang ditampilkan pada Gambar 2 adalah hasil rietveld refinement dari pola XRD yang diolah menggunakan software HighscorePlus Software. Struktur kristal yang dibentuk adalah face centered cubic (FCC) yang menunjukkan tiga puncak signifikan untuk bidang [111], [002] dan [022]. Fasa yang terbentuk adalah fasa tunggal dan tidak ada fasa lainnya yang terbentuk di permukaan lapisan Ni.

Terdapat tiga intensitas puncak yang berbeda secara signifikan, puncak-puncak tersebut adalah bidang [111], [002] dan [022]. Perbedaan intensitas puncak ini disebabkan oleh perbedaan rapat massa di permukaan setiap bidang kristal akibat variasi waktu.

Selain itu, parameter yang tak kalah pentingnya yaitu ukuran butir (*crystallite size*) dengan metode Williamson-Hall. Metode Williamson-Hall memiliki dua faktor yaitu β_L dan β_e sehingga dapat dilakukan *plot* dengan membentuk persamaan akhir menjadi serupa dengan persamaan garis lurus, yaitu $y = mx + c$. Persamaan yang digunakan dalam *plot* disebut sebagai W-H plot, dan diberikan pada **Persamaan 1** berikut ini [27].

$$\beta \cos \theta = C \varepsilon \sin \theta + \frac{K\lambda}{L} \quad (1)$$

Gambar 2. Pola XRD dari pelapisan Nikel ke Al dengan variasi waktu pada arus 50 mA

Hasil karakterisasi XRD ditampilkan pada **Tabel 2**. Dengan menggunakan perangkat lunak Highscore Plus. Nilai parameter kisi menunjukkan fenomena naik dan turun seiring dengan perubahan waktu. Hal ini berkaitan dengan berkurangnya nilai *d-spacing* dimana diakibatkan oleh adanya *residual stress* yang memberikan kompresi terhadap mikrostruktur material itu sendiri sebagai bentuk respons material terhadap perubahan waktu.

Gambar 3. W-H Plot pada pelapisan Ni ke Al dengan variasi waktu a) 3.5 jam, b) 4.5 jam dan c) 5 jam

KESIMPULAN

Telah berhasil dilakukan pelapisan Nikel diatas substrate Al dengan variasi waktu. Efek pelapisan Ni mempengaruhi morfologi permukaan, dan ukuran krsital. Variasi waktu 4.5 j mempunyai ukuran kristal paling besar dengan metode Williamson-Hall sebesar 55,44nm dengan bidang kristal yang paling dominan [111]. Struktur morfologi kristal berbentuk piramida dengan sebaran kristalnya terdistribusi menyeluruh di atas substrate Al.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi yang telah mensupport dan membiayai penelitian ini dari dana hibah internal Universitas Trisakti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Sudagar, J. Lian, and W. Sha, "Electroless nickel, alloy, composite and nano coatings - A critical review," *J. Alloys Compd.*, vol. 571, pp. 183–204, 2013.
- [2] A. V. Logunov, D. V. Danilov, and R. V. Khramin, "High-Strength Nickel-Based Alloy SLGS-5 for Operation in Active Marine Salt Corrosion Environment," *Mater. Today Proc.*, vol. 11, pp. 453–458, 2019.
- [3] N. Li, W. Li, X. Yang, Y. Xu, and A. Vairis, "Corrosion characteristics and wear performance of cold sprayed coatings of reinforced Al deposited onto friction stir welded AA2024-T3 joints," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 349, no. April, pp. 1069–1076, 2018.
- [4] F. Soleimangoli, S. A. Hosseini, A. Davoodi, A. Mokhtari, and M. Alishahi, "Effect of NH₄Cl on the microstructure, wettability and corrosion behavior of electrodeposited Ni–Zn coatings with hierarchical nano/microstructure," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 394, no. April, p. 125825, 2020.
- [5] B. ABEDINI, N. PARVINI AHMADI, S. YAZDANI, and L. MAGAGNIN, "Electrodeposition and corrosion behavior of Zn–Ni–Mn alloy coatings deposited from alkaline solution," *Trans. Nonferrous Met. Soc. China (English Ed.)*, vol. 30, no. 2, pp. 548–558, 2020.
- [6] K. S. Jyothender, A. Gupta, and C. Srivastava, "Grain boundary engineering in Ni-carbon nanotube composite coatings and its effect on the corrosion behaviour of the coatings," *Materialia*, vol. 9, no. October 2019, p. 100617, 2020.
- [7] K. Mausam and M. Goyal, "Development of nanocrystalline Ni–Al coatings and its thermal stability," *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2020.
- [8] F. B. Susetyo, M. C. Fajrah, and B. Soegijono, "Effect of electrolyte temperature on properties of nickel film coated onto copper alloy fabricated by electroplating," *e-Journal Surf. Sci. Nanotechnol.*, vol. 18, no. 10, pp. 223–230, 2020.
- [9] L. Jinlong, L. Tongxiang, and W. Chen, "Effect of electrodeposition temperature on grain orientation and corrosion resistance of nanocrystalline pure nickel," *J. Solid State Chem.*, vol. 240, pp. 109–114, 2016.
- [10] B. Li *et al.*, "Effect of current density and deposition time on microstructure and corrosion resistance of Ni–W/TiN nanocomposite coating," *Ceram. Int.*, vol. 45, no. 4, pp. 4870–4879, 2019.
- [11] H. S. Maharana, B. Bishoyi, and A. Basu, "Current density dependent microstructure and texture evolution and related effects on properties of electrodeposited Ni–Al coating," *J. Alloys Compd.*, vol. 787, pp. 483–494, 2019.
- [12] Sutomo, Senen, and Rahmat,

- “Pengaruh arus dan waktu pada pelapisan nikel dengan elektroplating untuk bentuk plat,” *Fak. Tek. Univ. Diponegoro, Indones.*
- [13] S. Raharjo, “Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom Samsudi,” *Jurnal.Unimus.Ac.Id*, pp. 296–308, 2010.
- [14] A. M. Koten, J. U. Jasron, J. T. Mesin, U. N. Cendana, and K. Mikro, “Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Terhadap Kekerasan Lapisan Nikel dengan Metode Electroplating pada Coran Aluminium scrap,” vol. 03, no. 01, 2016.
- [15] A. F. Alphanoda, “Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi pada Hasil Electroplating Hard Chrome,” *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017.
- [16] D. Suwardi, “Pengaruh Electroplating Nikel Dengan Variasi Waktu Pelapisan 30, 60, 90, 120, 150 Menit Terhadap Kekasaran Permukaan, Titik Luluh Kekuatan Tarik Maksimum Baja Karbon,” *J. Tek. mesin Fak. Tek. Univ. MUHAMMADIYAH SURAKARTA*, 2017.
- [17] M. Y. Niam, H. Purwanto, and S. M. B. Respati, “Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro ...,” vol. 13, no. 1, pp. 7–10, 2017.
- [18] F. Nasirpour *et al.*, “An investigation on the effect of surface morphology and crystalline texture on corrosion behavior, structural and magnetic properties of electrodeposited nanocrystalline nickel films,” *Appl. Surf. Sci.*, 2014.
- [19] M. Abdulwahab, O. S. I. Fayomi, and A. P. I. Popoola, “Structural evolution, thermomechanical recrystallization and electrochemical corrosion properties of Ni-Cu-Mg amorphous coating on mild steel fabricated by dual-anode electrolytic processing,” *Appl. Surf. Sci.*, 2016.
- [20] M. M. Kamel, Z. M. Anwer, I. T. Abdel-Salam, and I. S. Ibrahim, “Nickel electrodeposition from novel lactate bath,” in *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, 2010.
- [21] M. A. M. Ibrahim and R. M. Al Radadi, “Role of glycine as a complexing agent in nickel electrodeposition from acidic sulphate bath,” *Int. J. Electrochem. Sci.*, 2015.
- [22] C. qun LI, X. hai LI, Z. xin WANG, and H. jun GUO, “Nickel electrodeposition from novel citrate bath,” *Trans. Nonferrous Met. Soc. China (English Ed.)*, 2007.
- [23] Z. Shafiee, M. E. Bahrololoom, and B. Hashemi, “Electrodeposition of nanocrystalline Ni/Ni-Al₂O₃ nanocomposite modulated multilayer coatings,” *Mater. Des.*, 2016.
- [24] M. H. M. Zaki, Y. Mohd, and N. N. C. Isa, “The effect of current density on surface properties of electrodeposited copper coatings on modified aluminium,” in *AIP Conference Proceedings*, 2018.
- [25] A. Augustin, K. U. Bhat, K. R. Udupa, and A. C. Hegde, “Electron microscopic study of nodules formed

- during electrodeposition of copper on aluminium,” in *Materials Science Forum*, 2015.
- [26] T. Zubar *et al.*, “The effect of heat treatment on the microstructure and mechanical properties of 2d nanostructured au/nife system,” *Nanomaterials*, vol. 10, no. 6, pp. 1–14, 2020.
- [27] D. Nath, F. Singh, and R. Das, “X-ray diffraction analysis by Williamson-Hall, Halder-Wagner and size-strain plot methods of CdSe nanoparticles- a comparative study,” *Mater. Chem. Phys.*, vol. 239, no. April 2019, p. 122021, 2020.