

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA13

ANALISA MORFOLOGI DAN KOMPOSISI HASIL PEMBENTUKAN ELEKTRODEPOSISI DENGAN VARIASI RAPAT ARUS LAPISAN KOMPOSIT NI/SI₃N₄

Santa Melenia Putri Sinaga^{a)}, Esmar Budi^{b)}, Iwan Sugihartono^{c)}

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

Email: ^{a)}santameleniaps@gmail.com, ^{b)}esmarbudi@unj.ac.id, ^{c)}isugihar@hotmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yaitu menganalisa morfologi dan komposisi hasil pembentukan elektrodeposisi dengan variasi rapat arus lapisan komposit Ni/Si₃N₄. Proses pelapisan tersebut menggunakan metode elektrodeposisi selama 30 menit dan suhu sebesar 45 pada substrat Tungsten Karbida dengan komposisi larutan elektrolit yang terdiri dari NiCl₂.6H₂O 0.17 M, NiSO₄.6H₂O 0.38 M, Si₃N₄ 6 gr/L, H₃BO₃ 0.49 M, dan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) 0,6 gr/L. Elektroda yang digunakan yaitu Platina (Pt) sebagai elektroda pembanding dan Tungsten Karbida (WC) sebagai elektroda kerja. Variasi rapat arus yang digunakan yaitu 0,4 mA/mm², 0,6 mA/mm² dan 0,8 mA/mm². Selanjutnya, Komposisi dan morfologi permukaan dianalisis menggunakan SEM/EDS. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin meningkatnya rapat arus maka morfologi permukaan lapisan akan semakin halus, dan hasil analisis komposisi menunjukkan bahwa terdapat adanya unsur Ni dan Si₃N₄ di dalam lapisan sesuai dengan yang direncanakan.

Kata-kata kunci: Morfologi, Komposisi, Elektrodeposisi, Lapisan komposit Ni/Si₃N₄, Rapat Arus

Abstract

A Research was about analyzing the morphology and composition of the electrodeposition formation results with variations in the current density of the Ni/Si₃N₄ composite coating. The coating process uses the electrodeposition method for 30 minutes and a temperature of 45 on a Tungsten Carbide substrate with an electrolyte solution composition consisting of 0.17 M NiCl₂.6H₂O, 0.38 M NiSO₄.6H₂O, 6 gr/L Si₃N₄, 0.49 M H₃BO₃, and Sodium Dodecyl Sulfate. (SDS) 0.6 gr/L. The electrodes used are Platinum (Pt) as the reference electrode and Tungsten Carbide (WC) as the working electrode. The variations of current density used are 0.4 mA/mm², 0.6 mA/mm² and 0.8 mA/mm². Furthermore, the composition and surface morphology were analyzed using SEM/EDS. The results of the analysis show that the current growth makes the surface morphology smoother, and the results of the analysis show that there are no Ni and Si₃N₄ elements in the layer as planned.

Keywords: Morphology, Electrodeposition, Ni/Si₃N₄ Composite layer, Current Density

PENDAHULUAN

Penggunaan logam dalam kehidupan industri dan teknologi sudah menjadi kebutuhan primer dalam menciptakan alat penunjang aktivitas. Sudah banyak perkakas yang diproduksi dengan berbahan dasar logam karena logam lebih spesifiknya logam murni memiliki sifat yaitu dapat ditempa dan diubah bentuk, penghantar panas dan listrik, memiliki sifat kekerasan (tahan terhadap goresan, potongan atau keausan), kekenyalan (tahan patah bila dibentang), kekuatan (tahan terhadap benturan, pukulan martil), dan liat (dapat ditarik) yang baik [1]. Ada beberapa kekurangan dari penggunaan logam itu sendiri dimana terdapat korosi dan aus pada logam, maka dari itu di perlukannya komposit dalam menghasilkan karakteristik material yang sesuai dengan yang di inginkan.

Komposit dapat diartikan sebagai suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing bahan pembentuknya [2]. Material komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang nilainya jauh diatas bahan teknik pada umumnya [3]. Material komposit tersebut dapat di bentuk mendekati kebutuhan tergantung pada jenis atau komposisi matriks dan serat yang digunakan. Salah satu jenis material yang sedang dikembangkan adalah komposit logam atau lebih dikenal dengan Komposit Matrik Logam (KML)/MMC. Dan kaidah yang dipakai saat membentuk komposit adalah elektrodeposisi (Electrodeposition) yang berdefinisi sebagai bentuk cara kerja pelapisan berdasarkan prinsip elektrokimia dalam membentuk lapisan komposit logam dan bukan logam [4]. Metode ini digunakan untuk mendeposisikan partikel berukuran mikro atau sub-mikro pada matrik logam atau bukan logam yang dimana berbahan dasar nikel sebagai matriks karna memiliki kekuatan dan kekerasan yang sedang, keuletan baik, daya hantar dan termal yang baik [5] dan senyawa nitrida keras lain yaitu Si_3N_4 (Silikon nitrida) biasanya digunakan karna memiliki kekerasan yang tinggi, ketahanan aus yang tinggi, kestabilan kimia dan tahan terhadap temperatur tinggi [6] sehingga perpaduan dari kedua bahan tersebut menghasilkan sifat material baru sesuai yang di butuhkan.

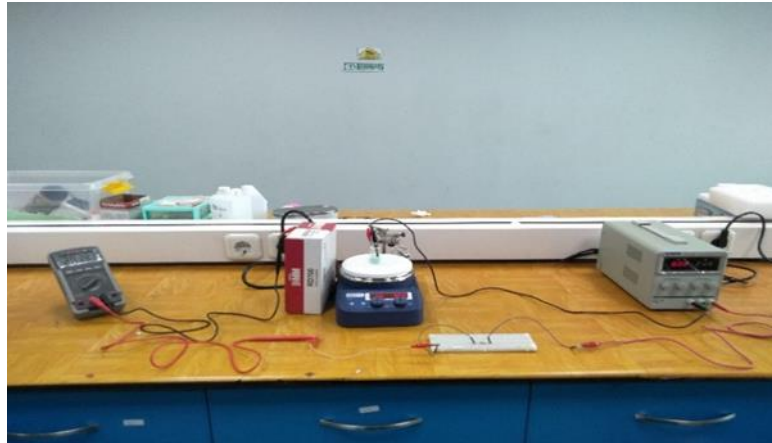
Maka dilakukan penelitian pembentukan lapisan komposit Ni/ Si_3N_4 dengan variasi rapat arus karna rapat arus berperan dalam transport atom untuk mempercepat proses pelapisan. Setelah dilapisi kemudian diuji melalui karakterisasi pada bagian morfologi dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM), komposisi atau kandungan yang terdapat pada lapisan dengan Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS).

METODOLOGI

Metode yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk membentuk lapisan komposit Ni/ Si_3N_4 dan menganalisa pembentukan lapisan komposit dengan pengaruh variasi rapat arus $0,4 \text{ mA/mm}^2$, $0,6 \text{ mA/mm}^2$ dan $0,8 \text{ mA/mm}^2$ pada proses elektrodeposisi terhadap morfologi pada lapisan komposit Ni/ Si_3N_4 . Substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah Tungsten Karbida (WC) dimana memiliki sifat kekerasan dan ketahanan pada sifat korosi yang tinggi namun adanya keterbatasan terkait dengan daya tahan aus yang rendah saat dilakukan oksidasi yang tinggi [7]. Tungsten karbida tersebut diampelas terlebih dahulu lalu dicuci dengan sabun untuk menghilangkan kotoran yang kemudian dibilas dengan aquades dan alkohol menggunakan ultrasonic cleaner. Adapun bahan yang di pakai sebagai komposisi larutan elektrolit yang terdiri dari $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $0,17 \text{ M}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $0,38 \text{ M}$, Si_3N_4 6 gr/L , H_3BO_3 $0,49 \text{ M}$, dan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) $0,6 \text{ gr/L}$. Semua bahan larutan elektrolit dicampurkan dengan 5 ml aquades kemudian diaduk menggunakan alat magnetic stirrer selama 2 jam, supaya larutan dapat tercampur secara merata. Penelitian ini menggunakan substrat Tungsten Karbida (WC) sebagai elektroda kerja, dan Platina (Pt) sebagai elektroda pembanding dimana proses elektrodeposisi tersebut dilakukan selama 30 menit. Setelah lapisan komposit Ni/ Si_3N_4 pada substrat terbentuk maka di lakukan karakterisasi untuk menganalisa morfologi dan kandungan yang terdapat pada lapisan melalui alat uji Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) merk JSM-6510 Series.

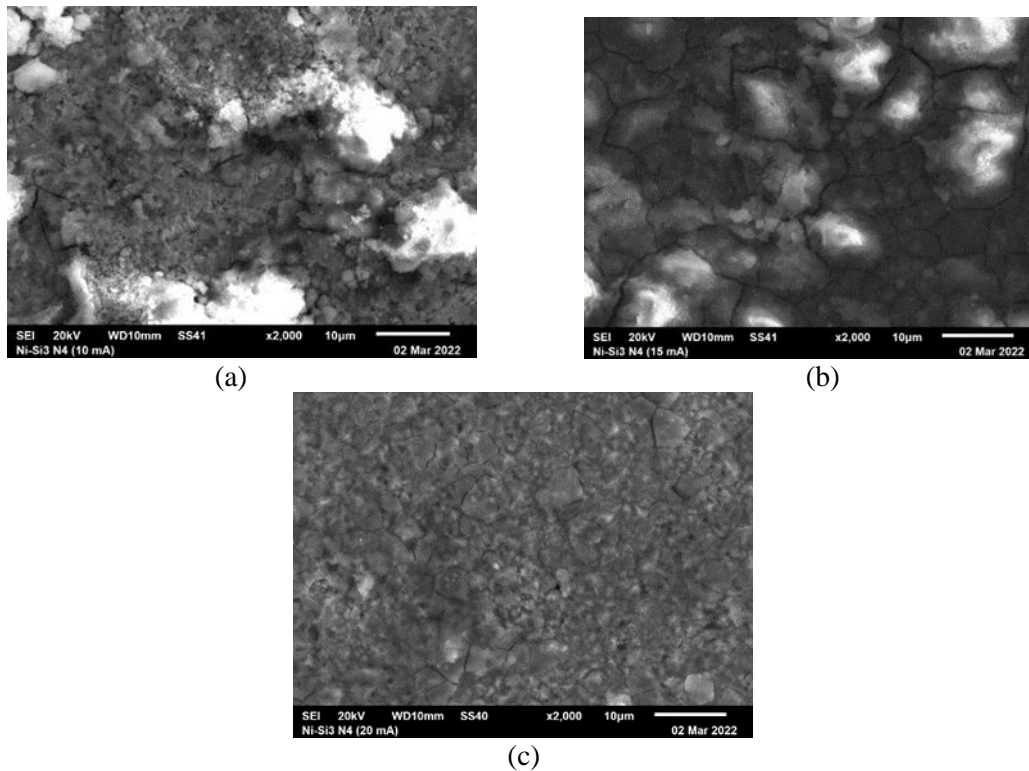
Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungsten karbida (wc) yang memiliki kekerasan dan ketahanan pada sifat korosi yang tinggi namun adanya keterbatasan terkait dengan daya

tahan aus yang rendah saat dilakukan oksidasi yang tinggi sehingga perlu dilapisi komposit dengan elektrodeposisi dibawah pengaruh variasi rapat arus.



GAMBAR 1. Rangkaian saat proses elektrodeposisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

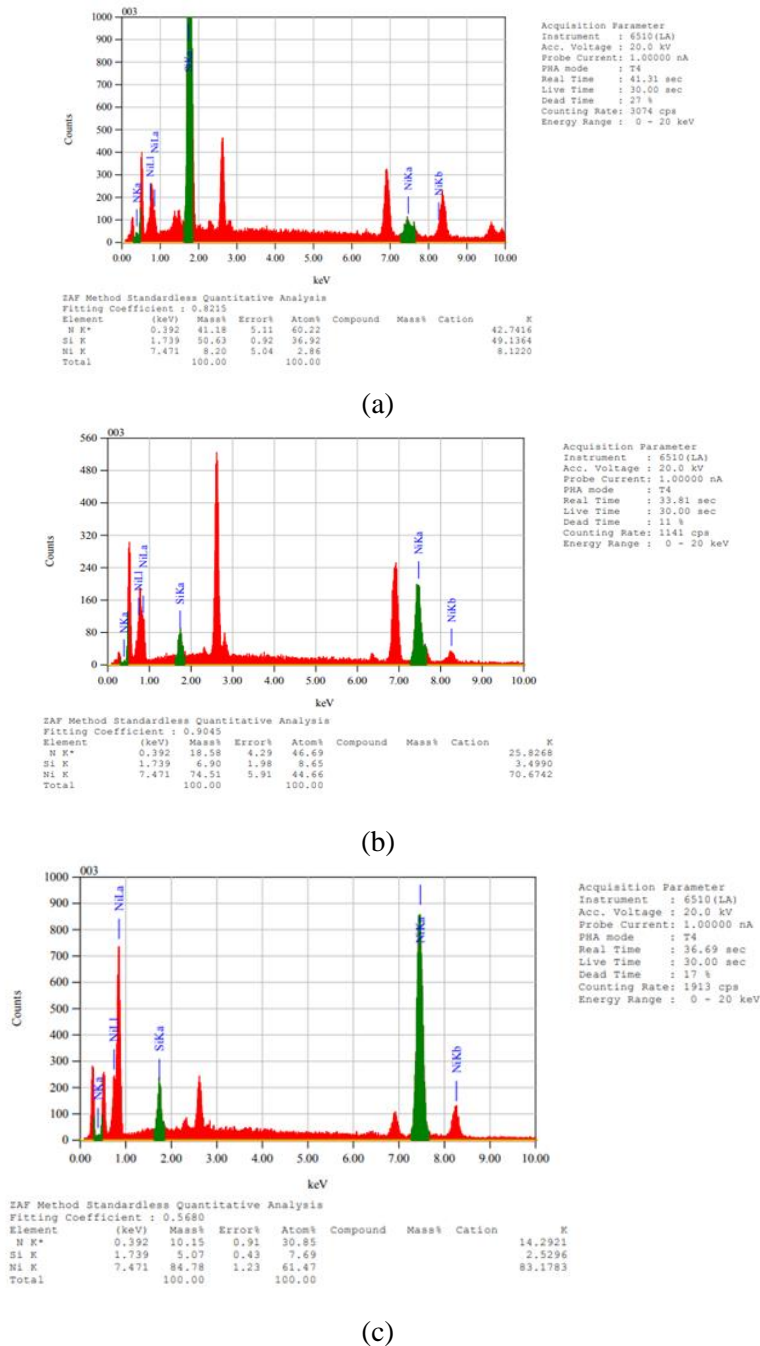


GAMBAR 1. Morfologi hasil SEM pada lapisan dengan variasi rapat arus : a) $0,4 \text{ mA/mm}^2$, b) $0,6 \text{ mA/mm}^2$, c) $0,8 \text{ mA/mm}^2$

GAMBAR 2 menunjukkan hasil pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) dengan skala yang dipakai pada alat uji morfologi yaitu sebesar $10 \mu\text{m}$. Berdasarkan hasil karakterisasi terdapat perbedaan kondisi morfologi permukaan antar lapisan yang satu dengan yang lainnya. Yang dimana pada saat rapat arus $0,4 \text{ mA/mm}^2$ memiliki permukaan lapisan yang tidak merata, kasar dan adanya aglomerasi seperti gambar (a), kemudian pada saat rapat arus $0,6 \text{ mA/mm}^2$ memiliki permukaan lapisan yang tidak terlalu jauh perbedaannya dibanding dengan rapat arus sebelumnya hanya saja permukaan terlihat lebih halus dan terdapat banyak crack (retakan) yang terdapat pada gambar (b). Aglomerasi terjadi karena rapat arus yang dipakai elektrodeposisi untuk membentuk lapisan kurang mampu dalam

menyatukan unsur-unsur Nikel dan Silikon Nitrida dalam lapisan komposit . Sedangkan untuk gambar.(c) sampel dengan rapat arus 0,8 mA/mm², terlihat bahwa morfologi lapisan yang terbentuk lebih halus dari sebelumnya, lapisan tampak lebih rata, aglomerat hamper tidak terlihat, akan tetapi masih terdapat retakan di beberapa bagian permukaan. Retakan terbentuk karna ketidakstabilan atom-atom dalam menerima kalor akibat kekuatan stirer dan temperatur yang tidak konstan [8]. Sehingga dapat diketahui bagaimana variasi rapat arus berpengaruh terhadap hasil morfologi pada lapisan sampel, dimana semakin tinggi rapat arus maka semakin halus juga permukaan yang dihasilkan[9].

Kemudian terdapat hasil karakterisasi terhadap komposisi lapisan komposit Ni/Si₃N₄ dengan variasi rapat arus dapat dilihat pada gambar berikut :



GAMBAR 3. Komposisi hasil EDS dari Lapisan Ni/Si₃N₄ pada variasi rapat arus (a) 0,4 mA/mm², (b) 0,6 mA/mm², (c) 0,8 mA/mm²

TABEL 1. Data % Massa dan % Atom lapisan komposit Ni/Si₃N₄

Unsur	0,4 mA/mm ²		0,6 mA/mm ²		0,8 mA/mm ²	
	% Massa	% Atom	% Massa	% Atom	% Massa	% Atom
Ni	8.20	2.86	74.51	44.66	84.78	61.47
Si	50.63	36.92	6.90	8.65	5.07	7.69
N	41.18	60.22	18.58	46.69	10.15	30.85
Jumlah komposisi unsur Ni, Si, N	100.01	100.00	99.99	100.00	100.00	100.01

Berdasarkan hasil pengujian Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) yang terdapat pada GAMBAR 3 dan TABEL 1, dapat diketahui bahwa unsur penyusun lapisan seperti Ni, Si, dan N terdeteksi pada lapisan setiap sampel. Hal ini sesuai dengan orientasi penelitian yaitu terbentuknya lapisan komposit Ni/Si₃N₄ yang dimana Ni sebagai matriks penyusun lapisan [10] sedangkan Si dan N merupakan material penguat (reinforcement) lapisan [6]. Jumlah komposisi unsur hasil karakterisasi juga mengalami perbedaan antar satu sampel dengan yang lain akibat pengaruh variasi rapat arus.

SIMPULAN

Lapisan komposit Ni/Si₃N₄ berhasil dibentuk pada substrat Tungsten Karbida (WC) dengan menggunakan metode elektrodeposisi dengan variasi rapat arus. Rapat arus berpengaruh terhadap hasil karakterisasi yaitu pada morfologi lapisan dimana semakin tinggi rapat arus maka semakin halus permukaan yang dihasilkan meskipun masih terdapat beberapa retakan. Selain itu bagian hasil komposisi karakterisasi EDS, pada masing-masing sampel terdapat unsur Ni, Si dan N, sesuai dengan yang diharapkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, yaitu Bapak Esmar Budi dan Bapak Iwan Sugihartono selaku pembimbing dari Program Studi Fisika UNJ, Para peneliti dari Lembaga LIPI yang turut membantu dalam proses penelitian.

REFERENSI

- [1] A. Kusairi, S. R. Siswanto, "DIKTAT BAHAN KULIAH : MATERIAL TEKNIK," Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat, 2016.
- [2] J. Jacobs, T. Kilduff, "Engineering Material Technology : Structure, Processing, Properties and Selection," New York : Prentice hall Inc., vol. 5, 2005.
- [3] Hartono. J. Sukanto, Yudo, "Analisa Teknik Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, Universitas Negeri Semarang, vol. 5, no. 2, pp. 95-101, 2008.
- [4] M. Karbasih, N. Yastian, A. Vahidian, "Development of Electro-co-deposit Ni-TiC Nano-Particle Reinforce Nano Composite Coatings," *Surface & Coatings Technology*, vol. 207, pp. 587-593, 2012.
- [5] I. K. Suarsana, "Pengaruh Waktu Pelapisan pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratis Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan," *Jurnal Energi dan Manufaktur Teknik Mesin Cakram*, vol. 2, no. 1, pp. 48-60, 2008.
- [6] B. Esmar, I. Sugihartono, Muarif, "Sintesis Lapisan Tipis Komposit Ni-TiAlN Menggunakan Teknik Elektrodeposisi Dalam Menurunkan Laju Korosi Pada Substart High Speed (HSS)," *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, vol. 4, 2015.

- [7] A. J. Sheikh, J. Bailey, "High-temperature wear of cemented tungsten carbide tools while machining particleboard and fiberboard," *Journal of Wood Science*, vol. 45, no. 6, pp. 445-455, 1999.
- [8] E. Budi, "Potensi Pembentukan Lapisan Super dan Ultra Keras Senyawa Komposit Nitrida Menggunakan Kaidah Elektrodeposisi," *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, vol. 1, no. 2, pp. 187-194, 2016.
- [9] Lazic *et al.*, "The Influence of the Deposition Parameter on the Porosity of Thin Alumina Films on Steel," *Jurnal Serbian Chemistry Society*, vol. 69, no. 3, pp. 239-249, 2004.
- [10] Lu *et al.*, "Effect of Bath Temperature on the Microstructural Properties of Electrodeposited Nanocrystalline FeCo Films," *International Journal of Electrochemical Science*, vol. 8, pp. 8218-8226, 2013.