

VARIASI KONSENTRASI ION Ni²⁺ TERHADAP DISPERSI Si₃N₄ PADA LAPISAN NANOKOMPOSIT Ni-SILIKON NITRIT

Ridwan¹

¹Jurusan Teknik kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: ridwan.kimia@yahoo.com

ABSTRAK

Pelapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ pada substrat Cu telah dilakukan dengan proses elektroplating pada berbagai konsentrasi ion Ni²⁺ pada 0,26; 0,56; 0,86; 1,16; dan 1,46 M. Nano silicon nitrit dicampur pada larutan sebagai *dispersed phase*. Pengaruh konsentrasi ion Ni²⁺ dalam larutan plating dikaji terhadap dispersi partikel pada lapisan nanokomposit Nikel-Silikon Nitrit. Untuk mengetahui struktur, sifat-sifat fisik dan kimia dari bahan sintesis, beberapa prosedur karakterisasi telah dilakukan. Dari hasil analisis komposisi lapisan nanokomposit menggunakan energy dispersive X-ray analysis (EDX), diperoleh penurunan konsentrasi ion Ni²⁺ pada elektrolit menyebabkan peningkatan kandungan Si pada lapisan nanokomposit Ni/S₃N₄ dari 0,62 *at.%* menjadi 3,01 *at.%*. Sedangkan dari Scanning Electron Microscopy (SEM) *surface morphologies* lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ terlihat struktur dari lapisan nano komposit *compact* (padat) dan ukuran butir semakin kecil dengan penurunan konsentrasi ion Ni²⁺. Secara umum dispersi dari partikel penguat Si pada lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ merata pada permukaan lapisan. semakin kecil konsentrasi ion Ni²⁺ dalam larutan plating semakin tinggi efisiensinya.

Kata kunci: *Elektroplating, Nanokristal, Nanokomposit, Ni, Si₃N₄*

ABSTRACT

A Coating of Nano-composite ni / si₃n₄ on substrate Cu has been done by electroplating process on various concentration ion Ni²⁺ on 0.26; 0,56; 0,86; 1.16; and 1,46 m. Nano silicon nitrite is mixed in a solution as dispersed phase. Influenced of ions Ni²⁺ in plating solution is examined on layer of Nickel-Silicon Nitrit Nano Composite. To know the structure, the nature of the physical and chemical properties of materials synthesis, some procedures of characterization have been done. The result of analysis of the layer Nano Composite composition using energy dispersive x-ray analysis (EDX), it obtained a decrease in electrolyte concentration of ion Ni²⁺, its cause an increase in the content of Si in the layers of Nano Composite Ni /S₃N₄ of 0.62 at. % to 3.01 at. %. While from scanning electron microscopy (SEM) morphologies surface layer Nano-composite Ni /S₃N₄ visible structure of layers of Nano composite compact (solid) and a grain to be smaller by decreased concentration ions ni²⁺. In general dispersion of particles Si on layer Nano-composite Ni / Si₃N₄ flatten on surface of layer. The smaller of concentration ions ni²⁺ in plating solution, efficiency would higher.

Keyword: *electroplating, nan-composite, Ni, Ni /S₃N₄*

PENDAHULUAN

Nanokeramik atau nano komposit dari matrik logam (*metal matrix composite*) mengandung partikel penguat yang terdispersi di dalamnya biasanya mempunyai berbagai sifat khusus seperti pengerasan, tahan terhadap suhu tinggi, tahan gesekan, dan tahan korosi. Sifat-sifat ini bergantung pada morfologi dari partikel pengisi (penguat) dalam lapisan komposit. Untuk tujuan mendapatkan komposit berbasis logam, elektrodeposisi merupakan salah satu teknik paling penting untuk memproduksi nanokomposit, karena mempunyai beberapa keuntungan seperti kondisi operasinya mudah dikontrol, kebutuhan energi rendah, tingkat deposisi cepat, biaya rendah, *set-up* peralatan sederhana dan mudah perawatan peralatan.

Perkembangan teknologi material telah melahirkan suatu material jenis baru yang dibuat dari gabungan dua atau lebih bahan yang berbeda. Untuk memenuhi kebutuhan produk/komponen yang handal, banyak material-material baru yang dikembangkan saat ini mempunyai sifat ringan dan juga sifat mekanis yang tinggi, seperti kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), kekerasan (*hardness*), tahan aus serta tahan panas yang tinggi pula.

Jenis komposit ini telah banyak diteliti dan dikembangkan di berbagai negara termasuk Indonesia. Bahkan telah banyak digunakan secara komersial oleh beberapa industri diantaranya adalah industri transportasi, otomotif, penerbangan dan elektronik.

Penelitian lapisan paduan nanokomposit secara elektrokimia

dengan penambahan partikel penguat di dalam larutan telah banyak diteliti. Namun sejumlah besar publikasi hanya berupa artikel *review* yang dikutip menurut *the state of the art* tentang lapisan nanokomposit (Hovestad A. & Janssen L.J.J, 2005, Low C.T.J., Willis R.G.A. & Walsh F.C, 2006, Stojak J.L.; Fransaer J. & Talbot J.B, 2001).

Silikon nitrit merupakan bahan keramik yang sangat keras, tahan temperatur tinggi hingga 1200 °C, mempunyai stabilitas dimensi yang sangat tinggi dan tahan oksidasi. Penggabungan nanopartikel (silikon nitrid) Si₃N₄ dalam lapisan paduan logam (matrik) walaupun nanopartikel Si₃N₄ sebagai bahan pengisi sangat besar pengaruhnya terhadap meningkatkan pengurangan friksi dengan cara memperkuat efek dispersi.

Bagaimanapun, dispersi nanopartikel silikon nitrit masih merupakan suatu dilema di dalam pembuatan lapisan komposit. Jumlah kecil partikel pengisi sangat susah untuk masuk ke dalam lapisan dikarenakan sulitnya dispersi partikel di dalam elektrolit. Banyak peneliti menggunakan partikel pengisi dengan jumlah yang sangat sedikit (Hou, K. H, dik, 2006).

Ketika dua partikel berdekatan satu sama lain, ada energi yang menentukan apakah partikel akan terpisah atau menggumpal (aglomerat). Secara umum aglomerasi terjadi karena energi tarik lebih besar dari energi tolak antara partikel. Untuk mengurangi aglomerasi partikel akan dilakukan pengadukan sebelum dan selama proses elektroplating. Selain itu, juga akan dilakukan variasi konsentrasi ion pada elektrolit untuk mengaktifkan dispersi silikon nitrit.

Penelitian ini dilakukan dimana lapisan nanokomposit nikel-silicon nitride (Ni/Si₃N₄) dihasilkan secara proses elektroplating pada substrat Cu.

METODE PENELITIAN

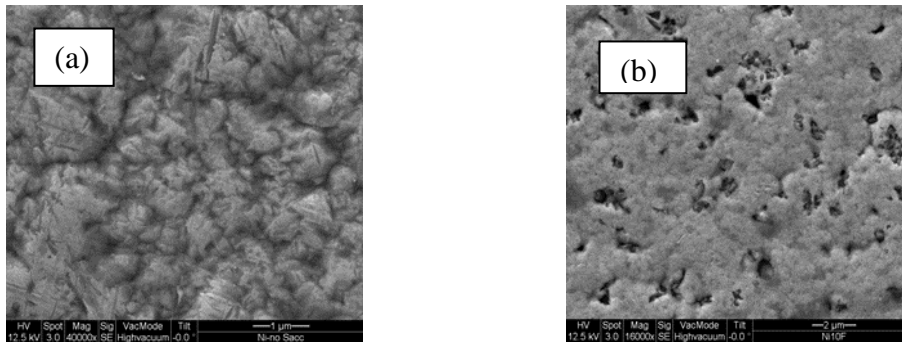
Pelapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ pada substrat Cu telah dilakukan dengan proses electroplating. Substrat dipolis menggunakan kertas abrasi hingga 1200 grit. Untuk menghilangkan impuritas pada substrat dilakukan pencelupan beberapa detik kedalam larutan H₂SO₄ encer. Anoda yang digunakan adalah plat nikel. Masing-masing percobaan dilakukan menggunakan plating bath yang mengandung nikel sulfat, nikel klorida, asam borak, dan sodium sakarin dan silicon nitrit.. Sebelum dilakukan proses pelapisan, larutan terlebih dahulu dilakukan pengadukan selama enam jam. Lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ disiapkan dengan berbagai konsentrasi ion Ni²⁺ yaitu 0,26; 0,56; 0,86; 1,16; dan 1,46 M. Untuk menjaga kelarutan asam borak selama proses electroplating, temperature dijaga konstan pada 50°C. pH larutan ± 4, rapat arus yang digunakan 6 A/dm² dan waktu pelapisan 20 menit. Karakterisasi untuk menentukan komposisi lapisan komposit Ni/Si₃N₄ menggunakan energy dispersive X-ray analysis (EDX, JEOL JSM-6519LA), sedangkan Scanning Electron Microscopy (SEM, JEOL JSM-6519LA) digunakan untuk karakterisasi dispersi partikel pada lapisan komposit. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan hardness test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

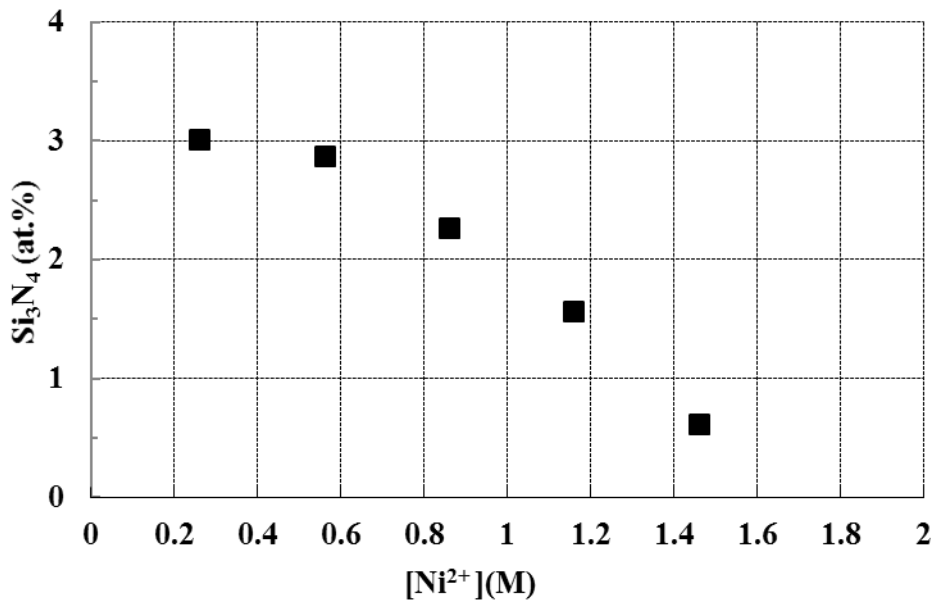
Gambar 1 menunjukkan morfologi permukaan lapisan Ni dan Ni/Si₃N₄.

Gambar 1 dapat terlihat bahwa dengan penambahan nanopartikel Si₃N₄ permukaan yang lebih halus dari pada tanpa penambahan nanopartikel Si₃N₄, dengan penambahan nanopartikel Si₃N₄ ukuran kristal lapisan Ni/Si₃N₄ semakin kecil. Hal ini mungkin disebabkan karena muatan pada permukaan lebih positif sehingga meningkatkan kekuatan tarik elektrostatik antara nanopartikel Si₃N₄ semakin meningkat. Pengaruh variasi konsentrasi ion Ni²⁺ dalam larutan terhadap komposisi lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ diberikan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa penurunan konsentrasi ion Ni²⁺ pada elektrolit menyebabkan peningkatan kandungan Si pada lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ dari 0,62 at.% menjadi 3,01 at.%. Hal ini dapat disebabkan karena dispersi partikel Si₃N₄ efektif pada konsentrasi ion Ni²⁺ rendah. Sehingga menghasilkan densitas partikel yang tinggi dan menyebabkan partikel teradsorpsi pada elektroda. Elemental mapping dari C, Ni dan Si pada lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ ditunjukkan pada Gambar 3. Secara umum dispersi dari partikel penguat Si pada lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ merata pada permukaan lapisan. Gambar 3 juga memperlihatkan *surface morphologies* lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄. Disini dapat terlihat bahwa struktur dari lapisan nano komposit *compact* (padat) dan ukuran butir semakin kecil dengan penurunan konsentrasi ion Ni²⁺. Hal ini dapat disebabkan karena pada konsentrasi ion Ni²⁺ yang rendah, komposisi partikel Si meningkat hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu kandungan Si pada lapisan nanokomposit mempengaruhi ukuran

butir lapisan (Marita Y. and Yaacob I.I. (2010).



Gambar 1. Morfologi permukaan SEM lapisan naokomposit tanpa dan dengan penambahan silicon nitrid didalam larutan plating: (a) tanpa Si_3N_4 dan (b) dengan Si_3N_4



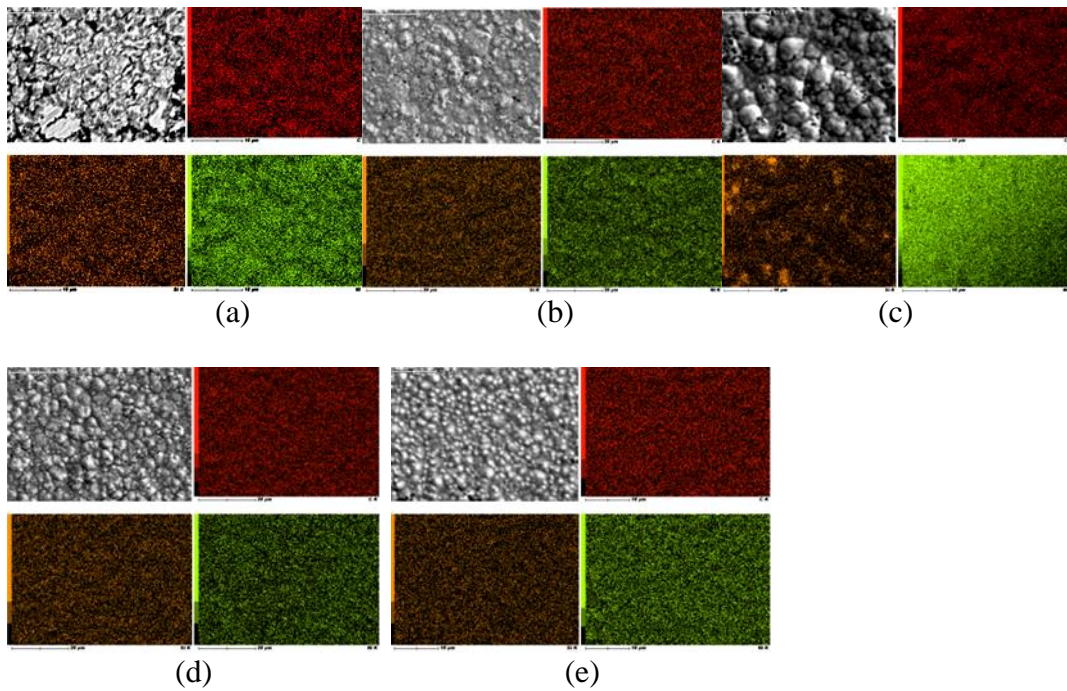
Gambar 2. Konsentrasi ion Ni^{2+} dalam larutan plating terhadap kandungan Si_3N_4 (at. %) pada lapisan nanokomposit Ni/ Si_3N_4 .

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh konsentrasi ion Ni^{2+} didalam larutan elektroplating terhadap efisiensi arus. Terlihat bahwa semakin kecil konsentrasi ion Ni^{2+} dalam larutan

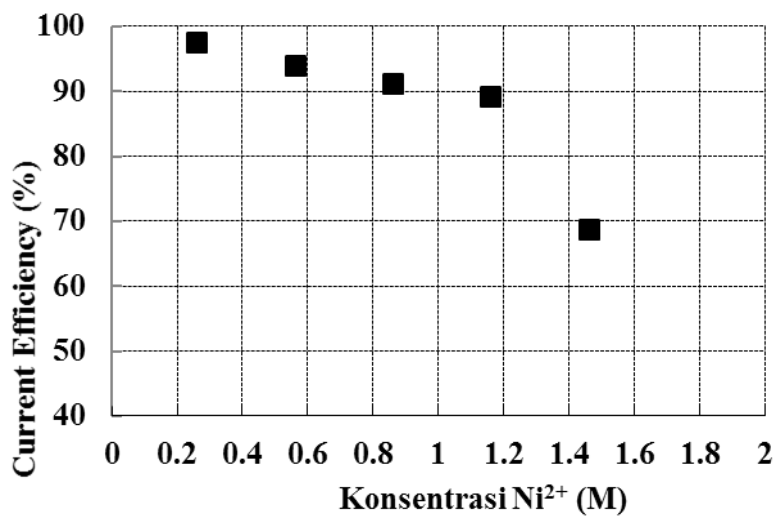
plating semakin tinggi efisiensi. Hal ini dapat disebabkan pada konsentrasi ion Ni^{2+} yang lebih rendah, nanopartikel silicon nitrid pada permukaan substrat pada kondisi ini pembentukan deposit

telah terbentuk sehingga efisiensi arusnya semakin tinggi. Karena muatan positif partikel lebih tinggi sehingga daya tarik elektrostatik antara silikon

nitrid dan katoda lebih tinggi. Hal ini menyebabkan pengendapan partikel pada permukaan substrat tinggi.



Gambar 3. *Elemental Mapping image C, Ni dan Si pada lapisan nanokomposit Ni/Si₃N₄ dengan konsentrasi ion Ni²⁺: (a) 1,46; (b) 1,16; (c) 0,86; (d) 0,56 dan (e) 0,26*



Gambar 4. Perubahan efisiensi arus dengan konsentrasi ion Ni^{2+} dalam larutan plating

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu morfologi permukaan dari matriks Ni/Si₃N₄ berubah secara signifikan karena adanya nanopartikel Si₃N₄ dalam larutan elektrolit. Pengendapan Si₃N₄ pada lapisan nanokomposit meningkat dengan menurunnya konsentrasi ion Ni²⁺ dalam larutan elektrolit. Pengamatan morfologi permukaan lapisan nanokomposit menunjukkan bahwa mikrostruktur menjadi halus dengan peningkatan konsentrasi ion Ni²⁺. Penggabungan dari Si₃N₄ nanopartikel dalam matriks nikel mengurangi kilap logam tetapi mempengaruhi perubahan komposisi kimia dari lapisan nikel silicon nitrit nanokomposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Hou K.H., Hwu W.H., Ke S.T. & Ger M.D. 2006, Ni-P-SiC composite produced by pulse and direct current plating, *Mater. Chem. Phys*, 100, 54-59.
- Hovestad A. & Janssen L.J.J. 2005, Electroplating of Metal Matrix Composites by Codeposition of Suspended Particles. *Modern Aspects of Electrochemistry, Number 38*, edited by B. E. Conway Kluwer Academic/Plenum Publishers, DOI: 10.1007/0-387-25838-8 6, New York.
- Low C.T.J., Willis R.G.A. & Walsh F.C. 2006, Electrodeposition of composite coatings containing nanoparticles in a metal deposit, *Surf. Coat. Tech.*, 201, 371-383.
- Marita Y. and Yaacob I.I. 2010, Synthesis and Characterization of Nickel-Iron–Silicon Nitride Nanocomposite, *Advanced Materials Research Vols. 97-101*, pp 1360-1363.
- Stojak J.L.; Fransaer J. & Talbot J.B. 2001, Review of Electrocodeposition, *Advances in Electrochemical Science and Engineering*, Vol. 7. Ed. Alkire, R. C. & Kolb, D. M. Wiley-VCH Verlag GmbH, ISBN: 3-527-29830-4.