

# Sintesis Lapisan Tipis Komposit Ni-TiAlN Menggunakan Teknik Elektrodeposisi pada Berbagai Substrat

Muarief<sup>1\*)</sup>, Esmar Budi<sup>1</sup>, Iwan Sugihartono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Universitas Negeri Jakarta  
Jl. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

\*) Email: muarief.hudallah@gmail.com

## Abstrak

Pembentukan lapisan komposit pada suatu bahan logam biasanya ditujukan untuk meningkatkan sifat ketahanan aus dan korosi bahan tersebut. Telah dilakukan kajian pembentukan lapisan komposit elektrodeposisi Ni-TiAlN menggunakan parameter proses elektrodeposisi pada jenis bahan logam atau logam campuran yang digunakan sebagai substrat. Parameter jenis bahan substrat yang digunakan sebanyak 3 variasi yaitu High Speed Steel (HSS), Kuningan dan Galvanis. Pada penelitian ini komposisi larutan elektrolit terdiri dari 0.38 M Ni<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.6H<sub>2</sub>O, 0.17 M NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O dan 0.49 M H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ditambah dengan serbuk TiN dan AlN masing-masing 6 gr/L serta sufraktan *Dodecyl Sulfate Sodium* (C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>NaO<sub>4</sub>S) sebanyak 0.5 g/L. Penelitian dilakukan pada arus elektrodeposisi masing-masing sebesar 3.0 mA selama 15 menit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa lapisan komposit memiliki morfologi yang berbeda disetiap substrat.

## Abstract

Composite coating on metal is subjected to improve its wear and corrosion resistances. Electrodeposited Ni-TiAlN composite film using variations of metal or metal alloy type as substrate has been investigated. Variation of substrate type used amount 3 variations that are High Speed Steel (HSS), Brass and Galvanis. On this experiment, the electrolyte composition consist of 0.38 M Ni<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.6H<sub>2</sub>O, 0.17 M NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O and 0.49 M H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> added with each 6 gr/liter amounts of TiN and AlN powders and *Dodecyl Sulfate Sodium* (C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>NaO<sub>4</sub>S) 0.5 gr/liter as sufraktan. The experiment was performed at electrodeposition current of 3.0 mA for about 15 minutes. The results show that the composite film morphology is different in each substrate.

**Keywords:** *Elektrodeposition, Ni-TiAlN composite film, High Speed Steel, Brass, Galvanis*

## A. Pendahuluan

Perkembangan tentang pembentukan lapisan komposit dalam meningkatkan sifat mekanis terutama dalam ketahanan AUS dan korosi sedang giat dilakukan. Pelapisan dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain *Electrodeposition, Evaporation, Sputtering, plating, ion plating, Physical vapour deposition* (PVD) dan *Chemical vapor deposition* (CVD). Teknik pensintesisan lapisan plating dengan menggunakan metode elektrodeposisi/ electroplating memiliki beberapa keunggulan antara lain: lapisannya lebih merata, daya rekatnya lebih baik, proses pelapisan listriknya tidak membutuhkan tegangan terlalu tinggi, dapat meningkatkan ketahanan korosi dan membuat tampilan strukturnya cerah/mengkilap sehingga menarik serta kualitasnya meningkat[1].

Salah satu penelitian yang sedang giat dilakukan dengan menggunakan metode elektrodeposisi untuk

meningkatkan sifat mekanik dalam ketahanan AUS dan korosi adalah lapisan nanokomposit Nikel-Nitrida. Kombinasi Nikel (Ni) sebagai matriks logam dalam film komposit dan partikel keras seperti TiN, TiC dan SiC sering digunakan untuk meningkatkan kekerasan, keausan dan ketahanan korosi dari film [2-5].

Selain beberapa jenis partikel keras tersebut, ada juga Titanium Nitrida Alumunium (TiAlN) yang mempunyai sifat mekanik dan ketahanan korosi yang sangat baik hingga suhu yang tinggi [6-8] dan juga sebagai salah satu bahan yang menjanjikan karena kemampuannya untuk membentuk lapisan yang sangat keras dan padat dengan kekerasan yang dapat dipertahankan pada suhu yang tinggi [9]. Namun, pengembangan elektrodeposisi lapisan komposit Ni-TiAlN masih terbilang jarang untuk diteliti lebih lanjut.

Dalam penelitian ini, pengembangan lapisan komposit Ni-TiAlN dilakukan dengan menggunakan metode elektrodeposisi. Variasi yang diberikan dalam

penelitian ini adalah jenis bahan yang akan dijadikan substrat. Dimana ada sebanyak 3 variasi yaitu High Speed Steel (HSS), Kuningan dan Galvanis.

Analisis yang dibahas dalam penelitian ini adalah morfologi dan hasil EDS terhadap komposisi lapisan yang terbentuk pada substrat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

## B. Metode Penelitian

Sebelum kita melakukan proses elektrodeposisi, substrat dicuci menggunakan aquades dan dibersihkan dengan alkohol 70% menggunakan *ultrasonic cleaner* selama 10 menit. Komposisi larutan yang digunakan sebagai elektrolit yaitu 0.38 M  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 0.17 M  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 0.49 M  $\text{H}_3\text{BO}_3$  dan surfaktan SDS sebesar 0.5 g/L. Ditambah dengan serbuk TiN dan AlN dengan konsentrasi sebesar 6 g/L dan kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 24 jam agar larutan dapat teraduk dengan rata. Penelitian ini dilakukan menggunakan substrat High Speed Steel (HSS), Kuningan dan Galvanis sebagai elektroda katoda serta platina dan  $\text{AgCl}_2$  sebagai elektroda anoda. Proses elektrodeposisi sendiri dilakukan menggunakan arus sebesar 3 mA selama 15 menit. Hasil dari proses elektrodeposisi kemudian dianalisis bentuk morfologi dan kandungannya menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

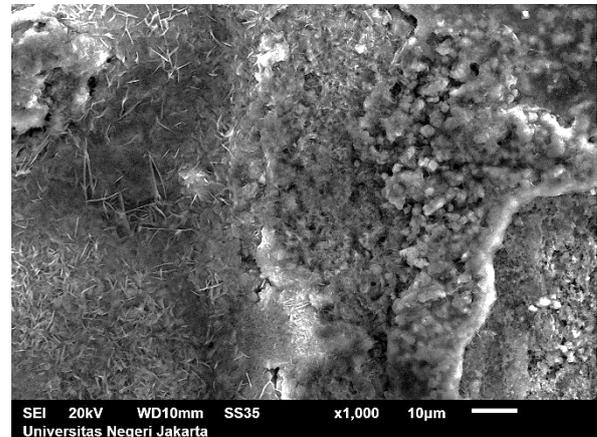


Gambar 1. Setting alat percobaan elektrodeposisi

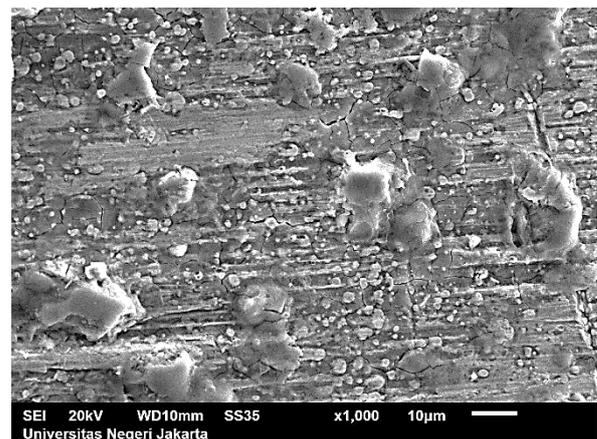
## C. Hasil dan Pembahasan

Pembentukan lapisan komposit Ni-TiAlN menghasilkan bentuk morfologi yang berbeda pada masing-masing jenis substrat. Variasi jenis substrat yang digunakan adalah High Speed Steel (HSS), Kuningan dan Galvanis. Diameter substrat yang digunakan sebagai substrat berdiameter 1.5 mm.

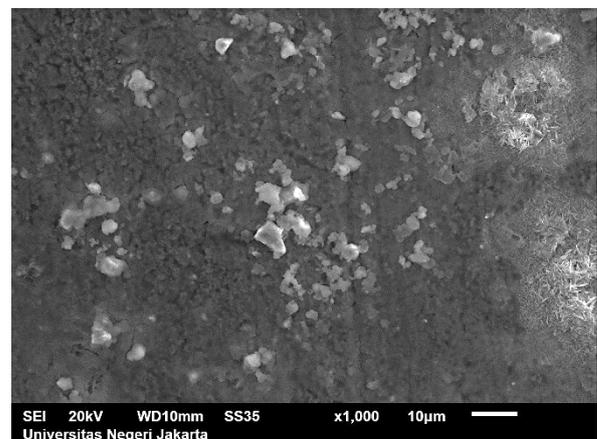
Hal pertama yang dapat diamati adalah dari morfologi lapisan yang terbentuk pada substrat. Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan bahwa setiap substrat memiliki permukaan lapisan yang berbeda-beda disetiap substratnya.



Gambar 2. Bentuk morfologi lapisan komposit Ni-TiAlN pada substrat Kuningan



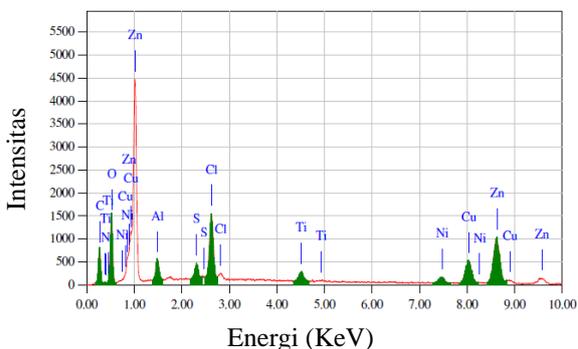
Gambar 3. Bentuk morfologi lapisan komposit Ni-TiAlN pada substrat HSS



Gambar 4. Bentuk morfologi lapisan komposit Ni-TiAlN pada substrat Galvanis

Berdasarkan hasil SEM diatas dapat kita lihat bagaimana tampak jelas perbedaan bentuk morfologi yang terbentuk. Pada substrat Kuningan (Gambar 2), lapisan yang terbentuk tampak sangat tidak merata dan berbentuk gumpalan-gumpalan. Ini dikarenakan pada substrat Kuningan yang digunakan lapisan oksida pada substrat tersebut belum seluruhnya hilang ketika direndam didalam HCl, sehingga lapisan Ni-TiAlN yang akan dibentuk tidak dapat menempel secara merata meskipun substrat Kuningan memiliki nilai resistansi paling rendah dibanding substrat yang lain. Sedangkan pada substrat HSS (Gambar 3), lapisan yang terbentuk tampak tidak merata bahkan timbul alomerat yang cukup besar ini dikarenakan adanya resistansi yang cukup tinggi, sehingga arus yang mengalir semakin kecil dan menyebabkan jumlah ion-ion deposit semakin sedikit dan tidak dapat menyebar dengan merata. Sedangkan lapisan yang terbentuk halus dan tidak berpori, ini dikarenakan morfologi asli substrat HSS yang berbentuk halus dan rata. Sementara itu pada substrat Galvanis (Gambar 4), lapisan yang terbentuk tampak merata dan alomerat yang timbul hanya sedikit. Ini dikarenakan resistansi pada Galvanis tidak terlalu tinggi bila dibandingkan substrat HSS, sehingga arus yang mengalir lebih besar dan menyebabkan jumlah ion-ion deposit lebih banyak sehingga lebih merata dipermukaannya. Sedangkan lapisan yang terbentuk tidak halus dan berpori, ini dikarenakan morfologi asli substrat Galvanis yang berbentuk tidak halus dan tidak rata.

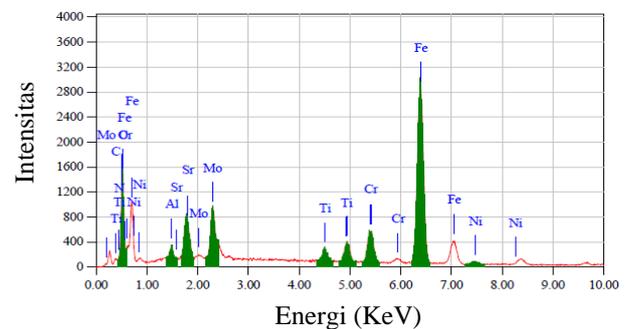
Pada penelitian kali ini juga akan menganalisis komposisi pada lapisan yang terbentuk menggunakan analisa EDS. Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan kurva dan pada table 1, 2 dan 3 yang menunjukkan presentase dari masing-masing komposisi lapisan yang terbentuk pada substrat.



Gambar 5. Grafik EDS pada Substrat Kuningan

Tabel 1. Komposisi EDS pada Substrat Kuningan

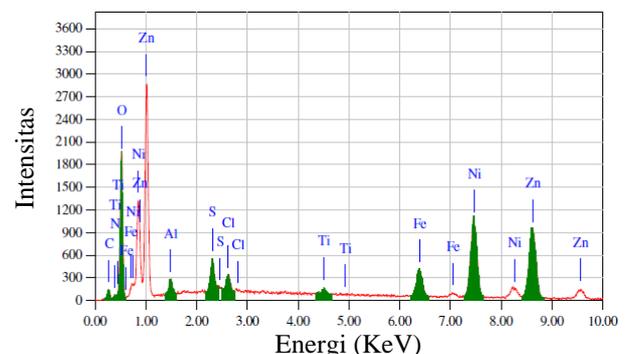
| Unsur | Tingkat Energi Unsur (KeV) | Komposisi Massa Unsur (%) | Relativitas Massa Unsur (%) | Komposisi Jumlah Unsur Atom (%) |
|-------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| C     | 0.277                      | 27.99                     | 0.27                        | 40.52                           |
| N     | 0.392                      | 16.79                     | 1.02                        | 20.86                           |
| O     | 0.525                      | 27.51                     | 0.36                        | 29.92                           |
| Al    | 1.486                      | 0.97                      | 0.06                        | 0.63                            |
| S     | 2.307                      | 0.58                      | 0.04                        | 0.31                            |
| Cl    | 2.621                      | 2.80                      | 0.05                        | 1.37                            |
| Ti    | 4.508                      | 0.69                      | 0.08                        | 0.25                            |
| Ni    | 7.471                      | 1.13                      | 0.20                        | 0.33                            |
| Cu    | 8.040                      | 6.15                      | 0.30                        | 1.69                            |
| Zn    | 8.630                      | 15.42                     | 0.39                        | 4.10                            |



Gambar 6. Grafik EDS pada Substrat HSS

Tabel 2. Komposisi EDS pada Substrat HSS

| Unsur | Tingkat Energi Unsur (KeV) | Komposisi Massa Unsur (%) | Relativitas Massa Unsur (%) | Komposisi Jumlah Unsur Atom (%) |
|-------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| C     | 0.277                      | 12.58                     | 0.18                        | 21.64                           |
| N     | 0.392                      | 17.55                     | 0.53                        | 25.89                           |
| O     | 0.525                      | 31.02                     | 0.24                        | 40.06                           |
| Al    | 1.486                      | 0.29                      | 0.04                        | 0.17                            |
| Ti    | 4.508                      | 1.43                      | 0.04                        | 0.58                            |
| Cr    | 5.411                      | 2.87                      | 0.09                        | 1.14                            |
| Fe    | 6.389                      | 23.22                     | 0.12                        | 8.59                            |
| Ni    | 7.471                      | 0.81                      | 0.18                        | 0.28                            |
| Sr    | 1.806                      | 4.88                      | 0.12                        | 1.05                            |
| Mo    | 2.293                      | 5.35                      | 0.18                        | 0.60                            |



Gambar 7. Grafik EDS pada Substrat Galvanis

Tabel 3. Komposisi EDS pada Substrat Galvanis

| Unsur | Tingkat Energi Unsur (KeV) | Komposisi Massa Unsur (%) | Relativitas Massa Unsur (%) | Komposisi Jumlah Unsur Atom (%) |
|-------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| C     | 0.277                      | 12.58                     | 0.18                        | 21.64                           |
| N     | 0.392                      | 17.55                     | 0.53                        | 25.89                           |
| O     | 0.525                      | 31.02                     | 0.24                        | 40.06                           |
| Al    | 1.486                      | 0.29                      | 0.04                        | 0.17                            |
| Ti    | 4.508                      | 1.43                      | 0.04                        | 0.58                            |
| Cr    | 5.411                      | 2.87                      | 0.09                        | 1.14                            |
| Fe    | 6.389                      | 23.22                     | 0.12                        | 8.59                            |
| Ni    | 7.471                      | 0.81                      | 0.18                        | 0.28                            |
| Sr    | 1.806                      | 4.88                      | 0.12                        | 1.05                            |
| Mo    | 2.293                      | 5.35                      | 0.18                        | 0.60                            |

Berdasarkan Gambar 5, 6 dan 7 dapat terlihat bahwa lapisan komposit Ni-TiAlN dapat terbentuk pada semua substrat yang digunakan. Ini terlihat dari unsur-unsur pembentuk Ni-TiAlN yaitu Ni, Ti, Al dan N yang masing-masing dapat terlihat pada grafik tersebut. Serta presentase kandungan yang terdapat pada substrat yang sudah dilapisi yang ditunjukkan oleh tabel 1, 2 dan 3. Dari hasil EDS ini juga terlihat bahwa terdapat kandungan unsur-unsur pengotor lain yang menempel pada substrat yang sudah dilapisi.

#### D. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian tentang lapisan komposit Ni-TiAlN menggunakan metode elektrodeposisi. Bentuk lapisan komposit Ni-TiAlN yang terbentuk dipengaruhi oleh jenis bahan logam yang dijadikan substrat. Semua substrat yang digunakan dapat membentuk lapisan komposit Ni-TiAlN dan bila dilihat dari bentuk morfologi permukaannya, permukaan lapisan yang terbentuk disetiap substrat mempunyai bentuk berbeda yang disebabkan karena morfologi awal substrat yang juga berbeda-beda.

#### E. Ucapan Terimakasih

Disampaikan pada Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika dan Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Jakarta atas fasilitas penelitian yang diberikan.

#### F. Daftar Pustaka

- [1] Aminah. (2011). Penggunaan Ethylene Tetra Acetic Acid (EDTA) dalam Lapisan Elektroplating Campuran Zn-Ni-Fe pada Substrat Cu. Universitas Sebelas Maret:Surakarta.
- [2] ZHU Xu-bei, CAI Chao, ZHENG Guo-qu, ZHANG Zhao, LI Jin-feng. Electrodeposition and corrosion behavior of nanostructured Ni-TiN composite films. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, Vol. 21, (2011), p. 2216-2224.
- [3] M. Karbasi, N. Yazdian, A. Vahidian. Development of electro-co-deposited Ni-TiC nano-particle reinforced nanocomposite coatings. *Surface & Coatings Technology*, Vol. 207 (2012), p. 587-593.
- [4] M.R. Vaezi, S.K. Sadrnezhad, L. Nikzad. Electrodeposition of Ni-SiC nanocomposite coatings and evaluation of wear and corrosion resistance and electroplating characteristics. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, Vol. 315, (2008), p. 176-182.
- [5] Yang Xiu-ying, Li Kang-ju, Peng Xiao, Wang Fu-hui. Beneficial effects of  $Co^{2+}$  on coelectrodeposited Ni-SiC nanocomposite coating. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, Vol. 19 (2009), p. 119 - 124.
- [6] Yoon, S.Y., Lee, K.O., Kang, S.S., Kim, K.H. Comparison for Mechanical Properties Between TiN and TiAlN Coating Layers by AIP Technique. *Journal of Material Processing and Technology*, Vol.130-131, (2002), p. 260-265.
- [7] Sergiy Korablov, M.A.M. Ibrahim, Masahiro Yoshimura Hydrothermal corrosion of TiAlN and CrN PVD films on stainless steel *Corrosion Science* 47 (2005) 1839-1854.
- [8] R.M. Souto, H. Alanyali. Electrochemical characteristics of steel coated with TiN and TiAlN coatings *Corrosion Science* 42 (2000) 2201-2211.
- [9] Veprek, S., Haussmann, M., Reiprich, S., Shizhi, Li., Dian, J. (1996). Novel Thermodynamically Stable and Oxidation Resistant Superhard Coating Materials. *Surface and Coating Technology*, Vol. 86-87, pp. 394-401.