

Halaman Depan: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/issue/archive>



Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika

ISSN 2303-016X E-ISSN 2549-1156

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung, Indonesia 35145
Email: jtaf@fmipa.unila.ac.id



[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)

Home > Archives

Archives

2022

[Vol 10, No 2 \(2022\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



[Vol 10, No 1 \(2022\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



INDEXED BY



ADDITIONAL MENU

[Editorial Team](#)

[Reviewers](#)

[Focus and Scope](#)

[Contact](#)

[Journal History](#)

[Indexing](#)

[Stats & Report](#)

[SCOPUS Citation Analysis](#)



2021



[Vol 9, No 2 \(2021\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



[Vol 9, No 1 \(2021\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)

2020



[Vol 8, No 2 \(2020\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



[Vol 8, No 1 \(2020\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)

Author Guidelines
Peer Review Process
Article Processing Charge

PUBLICATIONS

Publication Ethics and Misconducts
Copyright Notice
Open Access Policy
Screening for Plagiarism

TEMPLATE



237083



Visitor JTAF

EBSCO

Sherpa Romeo

RECOMMENDED
TOOLS

grammarly

MENDELEY

turnitin

MathType

ISSN



9 772303 016002

E-ISSN



9 772549 115002

2019



[Vol 7, No 2 \(2019\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



[Vol 7, No 1 \(2019\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)

2018



[Vol 6, No 2 \(2018\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)



[Vol 6, No 1 \(2018\): Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika](#)

	3,221		54
	261		42
	181		37
	171		34
	151		33
	83		27
	65		26
	59		26
	59		25

FLAG counter

USER

Username

Password

☐ Remember me

Login

LANGUAGE

English

INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

JOURNAL CONTENT

Search

All

Search

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

Editorial Team: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/about/editorialTeam>



Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika

ISSN 2303-016X E-ISSN 2549-1156

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung, Indonesia 35145
Email: jtaf@fmipa.unila.ac.id





INDEXED BY



[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#)
[ANNOUNCEMENTS](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

Editorial Team

Editor in chief

[Junaidi Junaidi](#), (SCOPUS ID: 56764306600) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Journal Manager

[Gurum Ahmad Pauzi](#), (ID SCOPUS 55387649100) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
[Donni Kis Apriyanto](#), (ID SCOPUS 57202283331) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
[Iqbal Firdaus](#), (ID SCOPUS 56070089800) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
[Humairoh Ratu Ayu](#), (ID SCOPUS 57222171748) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia



ADDITIONAL MENU

[Editorial Team](#)

[Reviewers](#)

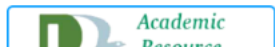
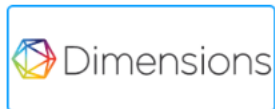
[Focus and Scope](#)

[Contact](#)

[Journal History](#)

[Indexing](#)

[Stats & Report](#)



Editorial Board

[Roniyyus Marjunus](#), (ID SCOPUS 57211777000) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
[Agus Riyanto](#), (ID SCOPUS 57200574356) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia
[Leni Rumiyantri](#), (ID SCOPUS 57211787798) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Section Editor

[Hasan Abu Kassim](#), (ID SCOPUS 15729406400) Jurusan Fisika, Universitas Malaya, Jalan Universiti, Kuala Lumpur 50603, Malaysia
[Ganesha Antarnusa](#), (ID SCOPUS 57202279023) Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia, Indonesia
[Ihat Solihat](#), Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang Bar., Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia
[Agustina Dyah Setyowati](#), Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang Bar., Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia
[Gede Arya Wiguna](#), (ID SCOPUS 56069379100) Departement of Physics, Faculty of Math and Science, Gadjah Mada University Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia
[Ramacos Fardela](#), (ID SCOPUS 57208863320) Teknik Komputer, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh Jl. Khatib Sulaiman, Sawah Padang, Payakumbuh Selatan, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat 26222, Indonesia

Administrator

[Amilia Rasitiani](#), Universitas Lampung

SCOPUS Citation Analysis

SUBMISSIONS

[Submit Your Manuscript](#)

[Author Guidelines](#)

[Peer Review Process](#)

[Article Processing Charge](#)

PUBLICATIONS

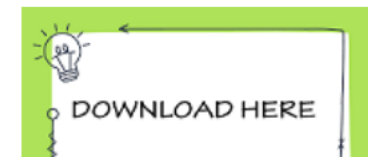
[Publication Ethics and Misconducts](#)

[Copyright Notice](#)

[Open Access Policy](#)

[Screening for Plagiarism](#)

TEMPLATE



Sertifikat Akreditasi: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/announcement>



Daftar Isi: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/issue/view/133/showToc>



Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika

ISSN 2303-016X E-ISSN 2549-1156

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung, Indonesia 35145
Email: jtaf@fmipa.unila.ac.id



[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#)
[ANNOUNCEMENTS](#)



Home > Archives > **Vol 10, No 1 (2022)**

Vol 10, No 1 (2022)

Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960%2Fjtaf.v10i1>

Full Issue

[View or download the full issue](#) [PDF](#)

Table of Contents

Articles

[Aplikasi Styrofoam Sebagai Absorpsi Bunyi](#) [PDF](#)
Allif Silfiyana Rohman, Agus Yulianto, Upik Nurbaiti 1-10



ADDITIONAL MENU

- [Editorial Team](#)
- [Reviewers](#)
- [Focus and Scope](#)
- [Contact](#)
- [Journal History](#)
- [Indexing](#)
- [Stats & Report](#)
- [SCOPUS Citation Analysis](#)

INDEXED BY





ON PROCESS



[Efek Variasi Konsentrasi NaOH pada Pembentukan Struktur Selulosa Cladophora sp.](#)

Sri Wahyu Suciwati, Posman Manurung, Junaidi Junaidi, Rudy Situmeang
Abstract view : 265 times

[PDF](#)

11-24

[Studi Pendahuluan Pembentukan Struktur Komposit Perak Silika \(Ag/SiO₂\) Berbasis Sekam Padi](#)

Janariah Janariah, Jessy Oktayulia Sari, Simon Sembiring, Junaidi Junaidi
Abstract view : 270 times

[PDF](#)

25-30

[Studi Pendahuluan Pembentukan Gugus Fungsi dari Komposit Perak Silika \(Ag/SiO₂\) Berbasis Sekam Padi](#)

Rifa Dian Eka Farah, Nur Fattiah Amanda, Simon Sembiring, Junaidi Junaidi
Abstract view : 328 times

[PDF](#)

31-35

[Studi Pendahuluan Penentuan Nilai Energi Band Gap Komposit Perak Silika \(Ag/SiO₂\) Berbasis Sekam Padi](#)

Desi Novitasari, Letha Agatha Lusiana, Simon Sembiring, Junaidi Junaidi
Abstract view : 337 times

[PDF](#)

36-40

[KARAKTERISTIK STRUKTUR DAN TERMAL KOMPOSIT ASPAL KARBOSIL SILIKA SEKAM PADI](#)

Devi Yulianti, Simon Sembiring, Junaidi Junaidi
Abstract view : 192 times

[PDF](#)

41-48

[THE INFLUENCE OF ELECTRICAL VOLTAGE ON FORMATION OF SILICA NANO FIBER WITH ELECTROSPINNING METHOD](#)

Erika Sempana Ginting, Posman Manurung, Yanti Yulianti
Abstract view : 266 times

[PDF](#)

49-60

[KARAKTERISTIK FUNGSIONALITAS DAN MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT ASPAL-SILIKA-KARBOSIL](#)

Lady Permatasari, Simon Sembiring, Posman Manurung
Abstract view : 208 times

[PDF](#)

61-70

[Fabrikasi Nanofiber PVA/Fe₃O₄ dengan Metode Elektrospinning](#)

Nuril Fathurin, Diah Hari Kusumawati
Abstract view : 269 times

[PDF](#)

71-80

[Analisis Uji Peluncuran Roket Air Berbasis Carbon Fiber Menggunakan Sistem Telemetry](#)

Qonitatul Hidayah, Umi Salamah, Margi Sasono
Abstract view : 433 times

[PDF](#)

81-88

[INVESTIGATION OF NATURAL EXTRACTS AS GREEN CORROSION INHIBITORS IN STEEL USING DENSITY FUNCTIONAL THEORY](#)

Muhamad Akrom
Abstract view : 235 times

[PDF](#)

89-102

[Local Adaptive Thresholding Menggunakan Metode Sauvola sebagai Tahapan Pra Pengolahan pada Data Citra Isyarat ECG](#)

Mohammad Rofi'i, Diah Rahayu Ningtias
Abstract view : 178 times

[PDF](#)

103-112

[Analysis of Wind Direction and Speed of Rainfall Distribution in Tangerang Regency](#)

Clara Dwi Lestari Simbolon, Yayat Ruhiat, Asep Saefullah
Abstract view : 269 times

[PDF](#)

113-120

[PROSES PELAPISAN NIKEL DIATAS AL DENGAN METODE ELEKTROPLATING](#)

Cahaya Rosyidan, Mustamina Maulani, Lisa Samura, Onnie Ridaliani
Abstract view : 533 times

[PDF](#)

121-128

[The Effect Of Exposure Index Variations On Subjective Quality Assessment On Lumbosacral Examination](#)

Putri Rahmawanti, Muhammad Irsal, Gando Sari
Abstract view : 309 times

[PDF](#)

129-136

SUBMISSIONS

[Submit Your Manuscript](#)

[Author Guidelines](#)

[Peer Review Process](#)

[Article Processing Charge](#)

PUBLICATIONS

[Publication Ethics and Misconducts](#)

[Copyright Notice](#)

[Open Access Policy](#)

[Screening for Plagiarism](#)

TEMPLATE



237087



Visitor JTAF

	88,476		55
	3,221		54
	261		42
	181		37
	171		34
	151		33
	22		27

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 menjeelaskan dengan detail mengenai pengaruh pelapisan nikel diatas aluminium dengan metode elektrodeposi 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

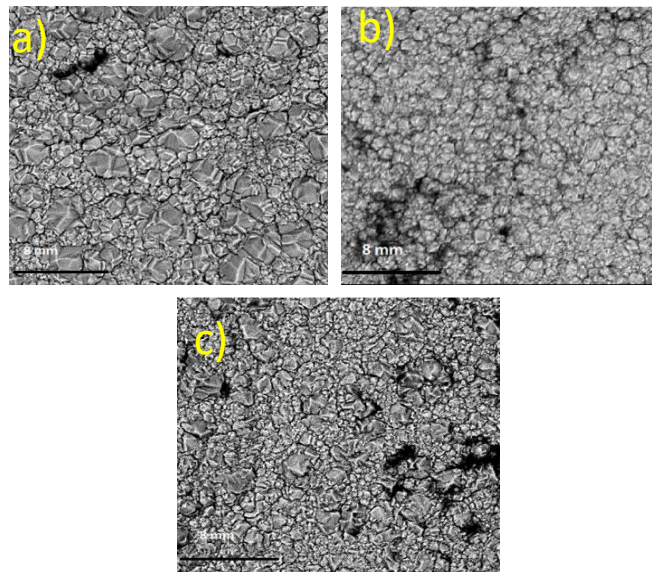
watts $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (210 g L^{-1}), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 g L^{-1}) dan H_3BO_3 (45 g L^{-1}) dengan kualitas/grade analis dari pabrik kimia Merck. Sebelum dilakukan percobaan logam aluminium diampelas dan dicuci dalam larutan ultrasonik.

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 (Alumunium)	0,02
Ca (Kalsium)	0,04
Fe (Besi)	0,23
Ni (Nikel)	98,01
Y (Yitrium)	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

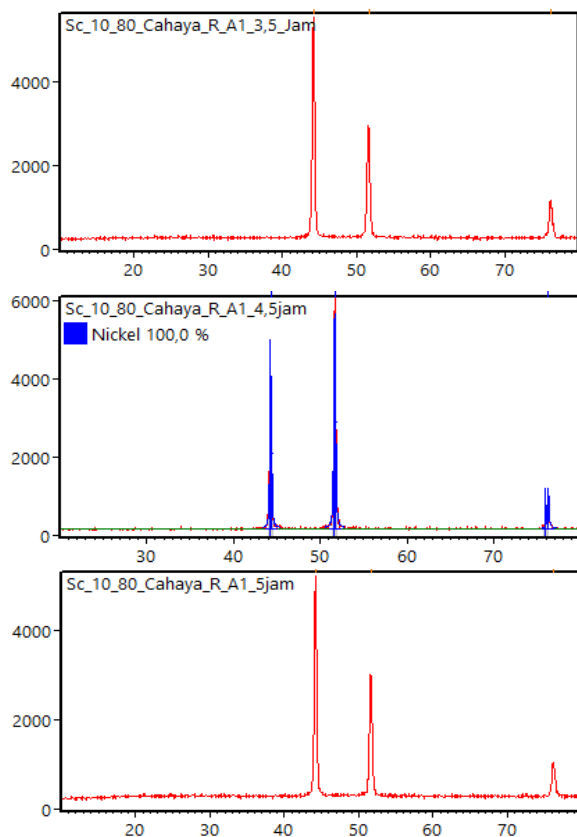
Parameter	Sampel		
	3.5 jam	4.5 jam	5 jam
Struktur Kristal	Cubic FCC	Cubic FCC	Cubic FCC
Space Group	Fm-3m	Fm-3m	Fm-3m
space Group Number	225	225	225
Parameter Kisi (Å) a = b = c	3,5175	3,5206	3,5152
Volume (Å ³)	44.36	44.36	44.36
Densitas (g/cm ³)	8,79	8,79	8,79
d-spacing (Å)	1,0142	1,0093	1,0137
Crystallite 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.

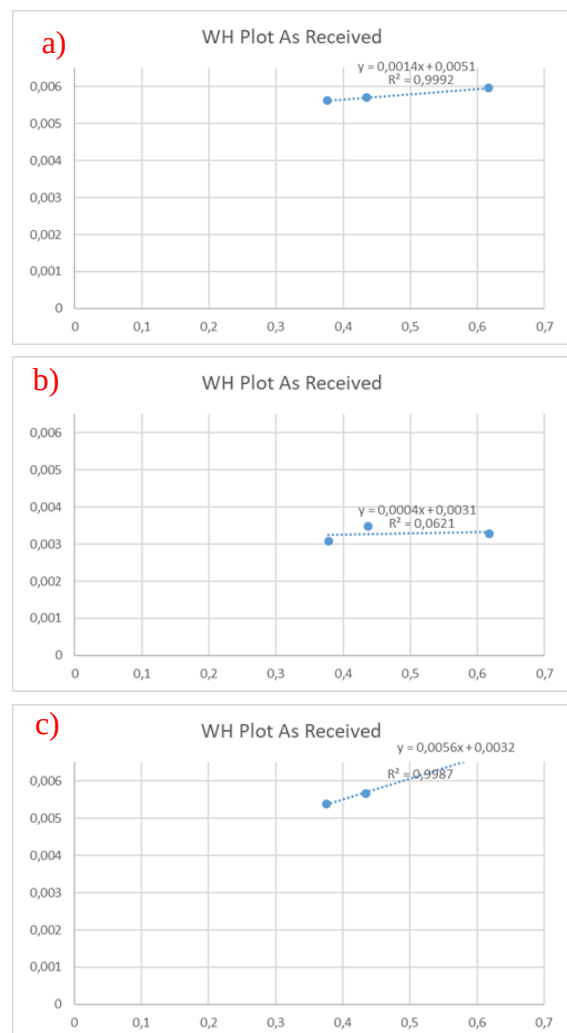
Selain itu, parameter yang tak kalah pentingnya yaitu ukuran butir (*crystallite size*) dengan metode Williamson-Hall. Metode Williamson-Hall memiliki dua faktor yaitu β_L dan β_e sehingga dapat dilakukan *plot* dengan membentuk persamaan akhir menjadi serupa dengan persamaan garis lurus, yaitu $y = mx + c$. 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 TERIMAKASIH

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 Elektroplating 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. Nasirpouri *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.

Proses Pelapisan Nikel Diatas Al Dengan Metode Elektroplating

by Lisa Samura

Submission date: 19-May-2022 07:46PM (UTC+0700)

Submission ID: 1839800547

File name: 3_PROSES_PELAPISAN_NIKEL_DI_ATAS_AL_DG_METODE_ELEKTROPLATING.pdf (424.01K)

Word count: 2104

Character count: 12276



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)onnier@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 menjealaskan dengan detail mengenai pengaruh pelapisan nikel diatas aluminium dengan metode elektrodposit 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

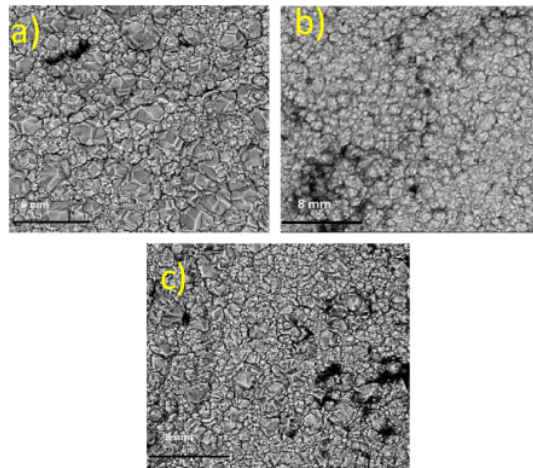
watts $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (210 g L^{-1}), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 g L^{-1}) dan H_3BO_3 (45 g L^{-1}) dengan kualitas/grade analis dari pabrik kimia Merck. Sebelum dilakukan percobaan logam aluminium diampas dan dicuci dalam larutan ultrasonik.

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

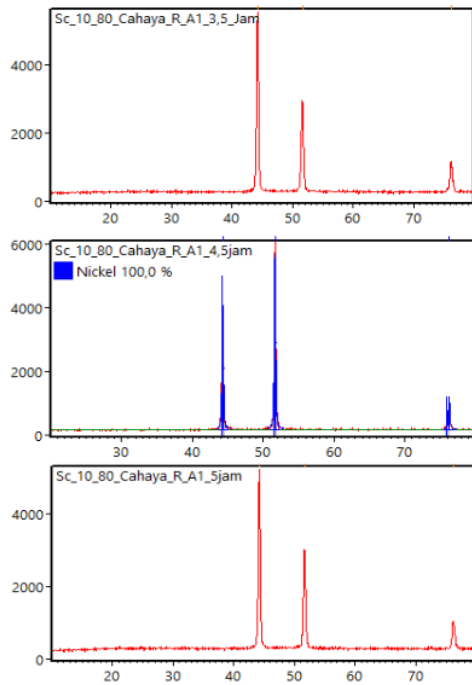
Parameter	Sampel		
	3.5 jam	4.5 jam	5 jam
Struktur Kristal	Cubic FCC	Cubic FCC	Cubic FCC
Space Group	Fm-3m	Fm-3m	Fm-3m
space Group Number	225	225	225
Parameter Kisi (Å) a = b = c	3,5175	3,5206	3,5152
Volume (Å ³)	44.36	44.36	44.36
Densitas (g/cm ³)	8,79	8,79	8,79
d-spacing (Å)	1,0142	1,0093	1,0137
Crystallite 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.

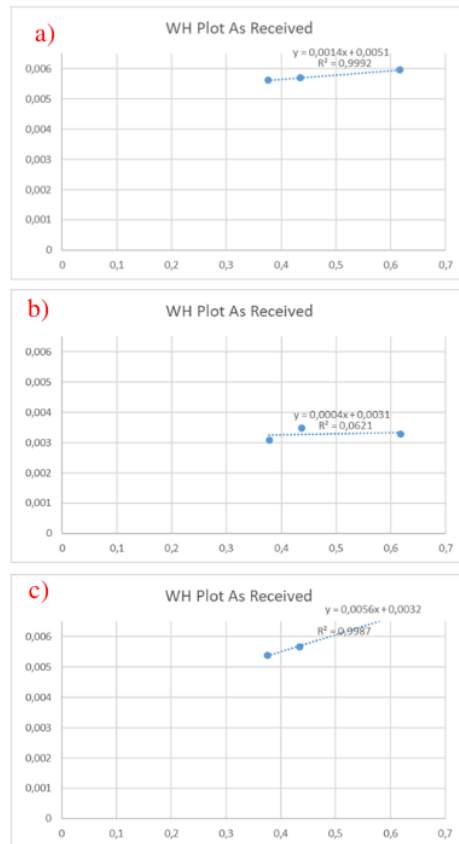
Selain itu, parameter yang tak kalah pentingnya yaitu ukuran butir (*crystallite size*) dengan metode Williamson-Hall. Metode Williamson-Hall memiliki dua faktor yaitu β_L dan β_e sehingga dapat dilakukan *plot* dengan membentuk persamaan akhir menjadi serupa dengan persamaan garis lurus, yaitu $y = mx + c$. 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. Jyotheender, 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. Nasirpouri *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.

Proses Pelapisan Nikel Diatas Al Dengan Metode Elektroplating

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 Aldo Nofrianto, Yokanan Wigar Satwika, Zulhendri Kamus, Estiyanti Ekawati, Deddy Kurniadi. "Development of IoT based Electrical Impedance Tomography for Mobile Medical Imaging System", 2021 International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA), 2021 2%

Publication

- 2 Fatima Ezzahra Bakkardouch, Hajar Atmani, Mohammed El Khalloufi, Ahmed Jouaiti, Latifa Laallam. "Modified cellulose-based hybrid materials: Effect of ZnO and CuO nanoparticles on the thermal insulation property", Materials Chemistry and Physics, 2021 1%

Publication



Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

Proses Pelapisan Nikel Diatas Al Dengan Metode Elektroplating

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8