



Pelapisan Cu/Ni pada Bahan Aluminium dengan Metode Elektroplating

Mohamad Fatchul Nafis¹, Tri Widodo Besar Riyadi^{2*}, Bibit Sugito³, Patna Partono⁴

^{1,2,3,4} *Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia*

**Corresponding email: tw187@ums.ac.id*

Histori Artikel:

Submit: 4 Desember 2021; Revisi: 20 Februari 2022; Diterima: 25 Februari 2022

Publikasi: 1 Maret 2022; Periode Terbit: Maret 2022

Doi: xxxx

Abstrak

Pada penelitian ini menggunakan material aluminium dengan ketebalan 4 mm dan diameter 16 mm. Pada proses elektroplating ini menggunakan variasi waktu dan voltase. Variasi waktu pada lapisan Cu (tembaga) adalah 30, 45, 60, 75, dan 90 menit dan pada lapisan Ni (nikel) 30 menit. Untuk variasi voltase Cu dan Ni sama-sama menggunakan 3V. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan *mikro-vickers hardness tester*, pengujian keausan dilakukan menggunakan *oghosi universal wear testing mechine* (type oat-U). Hasil dari pengujian ini membuktikan bahwa proses elektroplating dapat menaikkan nilai kekerasan dari bahan sebelum dilapisi 76,82 VHN, setelah dilapisi mendapatkan nilai optimum menjadi 224,32 VHN dari variasi Cu= 90 menit, Ni= 30 menit, dan v= 3V. Begitu pula pada uji keausan mengalami peningkatan di mana sebelum dilakukan proses elektroplating $1,749 \times 10^{-4}$ mm²/kg. Setelah dilakukan proses elektroplating meningkat menjadi $3,126 \times 10^{-5}$ mm²/kg.

Kata Kunci: aluminium, elektroplating, SEM, kekerasan, keausan.

Pendahuluan

Banyaknya kebutuhan dari industri material, khususnya logam dengan kualitas baik dan dengan harga terjangkau maka aluminium salah satu logam yang digunakan. Setiap logam akan mengalami perubahan fasa (Masyrukan, 2019). Aluminium mempunyai karakteristik konduktivitas listrik yang baik (Partono & Purboputro, 2021). Untuk mendapatkan aluminium yang tahan goresan dan kuat maka perlu dilakukan *coating* atau pelapisan permukaan. Salah satunya dengan metode elektroplating.

Pada proses elektroplating terjadi reaksi elektrokimia yaitu reaksi yang menghasilkan transfer bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya (Riyadi et al., 2014). Proses elektroplating telah

banyak digunakan sebagai teknik untuk melapisi logam dengan cara yang sederhana dan memerlukan biaya yang relatif lebih murah. Proses elektroplating adalah proses untuk melapisi sebuah benda kerja dengan menggunakan bantuan dari elektrolit dan arus listrik/tegangan DC untuk menghantarkan ion-ion dari anoda (kutub positif) menuju katoda (kutub negatif). Proses elektroplating telah lama dikenal untuk proses pelapisan logam seperti krom, nikel, emas, dan perak. Di antara pelapisan logam tersebut, pelapisan logam nikel memegang peranan yang cukup penting terutama di sektor industri. Beberapa sektor industri yang menggunakan nikel antara lain dapat dijumpai pada industri barang elektronik,



instalasi minyak dan gas, industri otomotif, industri manufaktur, dan industri pertanian.

I Ketut Suarsana (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif. Logam pelapis yang digunakan nikel dan krom, spesimen yang digunakan embaga dengan diameter 14 mm dan panjang 60 mm. Penelitian dilakukan dengan pelapisan pertama menggunakan voltase 5 volt, temperatur 600C, dan arus 50 amper. Variasi waktu: 5, 10, 15, 20, dan 25 menit dengan tiga kali pengulangan. Pelapisan kedua dengan menggunakan voltase 5 volt, temperatur 500C, dan arus 50 amper dengan waktu pencelupan 2 menit. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit mengalami peningkatan illuminasi cahaya yaitu: waktu 5 menit 3297,027 lux hingga 20 menit 8242,904 lux dan mengalami penurunan waktu pelapisan 25 menit 6868,862 lux. waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit mengalami peningkatan ketebalan lapisan yaitu: waktu pelapisan nikel 5 menit 14,1 μm hingga 25 menit ketebalan lapisannya 55,77 μm .

Hasil penelitian Siregar et al., (2020) menunjukkan bahwa dari pengujian, tekanan gas yang dihasilkan oleh elektroda yang berbahan *stainless steel* lebih tinggi dibandingkan oleh elektroda yang berbahan aluminium dan tembaga dan semakin dekat jarak elektroda maka tekanan gas yang dihasilkan semakin tinggi. Dengan menggunakan manometer tabung U tekanan gas hidrogen tertinggi diukur pada elektroda *stainless steel* pada sisi katoda jarak 80 mm sebesar 9733 Pa. Sedangkan tekanan hidrogen pada elektroda aluminium pada sisi katoda 9246.8 Pa, dan tekanan hidrogen terendah diukur pada elektroda tembaga 6034 Pa. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan tekanan dari setiap jenis elektroda.

Hasil penelitian Sugito et al. (2022) didapatkan nilai kekuatan tarik pada *raw material* lebih tinggi dibanding dengan *normalizing* dan *annealing* dengan nilai tegangan rata-rata 162,54 MPa dan nilai

regangan 8,61%. Nilai kekerasan tertinggi daerah *base metal* pada *raw material* sebesar 53,7 BHN, daerah HAZ dan las nilai tertinggi terjadi pada *raw material* yaitu sebesar 40,6 BHN dan 30,4BHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada semua daerah ada pada material yang di *annealing*. Struktur mikro pada daerah HAZ mengalami pertumbuhan butir akibat temperatur yang diterima selama proses pengelasan. Sedangkan pada *weld nugget* menunjukkan tampilan struktur mikro yang kecil dan rapat.

Metode

Alat Penelitian

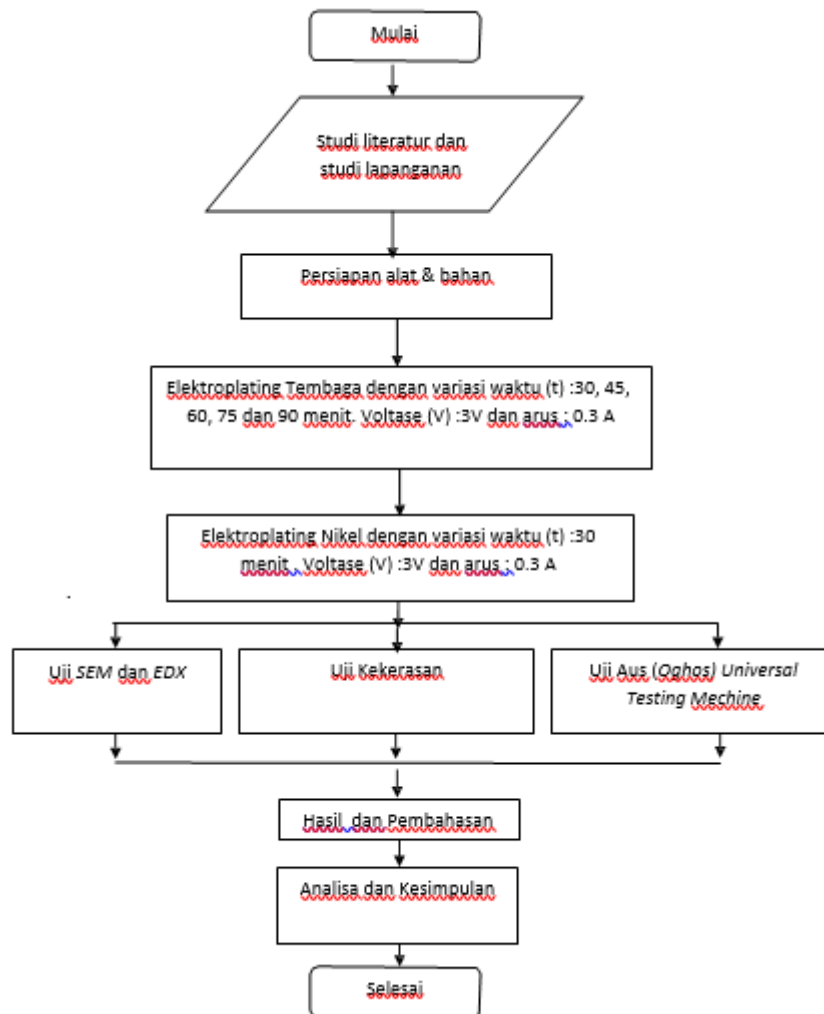
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sumber arus listrik dari *rectifier* (DC),
2. Alat pencuci *ultrasonic*,
3. *Heater glass*,
4. Mesin poles,
5. Kertas lakmus untuk melihat kadar Ph,
6. Alat pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan EDX,
7. Alat uji keausan *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine* di UGM (Universitas Gajah Mada), dan
8. Alat uji kekerasan menggunakan metode *Vickers* di PSTA Yogyakarta.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Aluminium sebagai substrat dengan ukuran diameter 16mm dan ketebalan 4mm.
- b. Elektrolit yang digunakan untuk tembaga adalah CuSO_4 dan pada nikel adalah NiSO_4 .
- c. Cairan aquades sebagai pencampuran elektrolit.
- d. Anoda yang digunakan adalah tembaga dan nikel berbentuk solid.
- e. Resin.

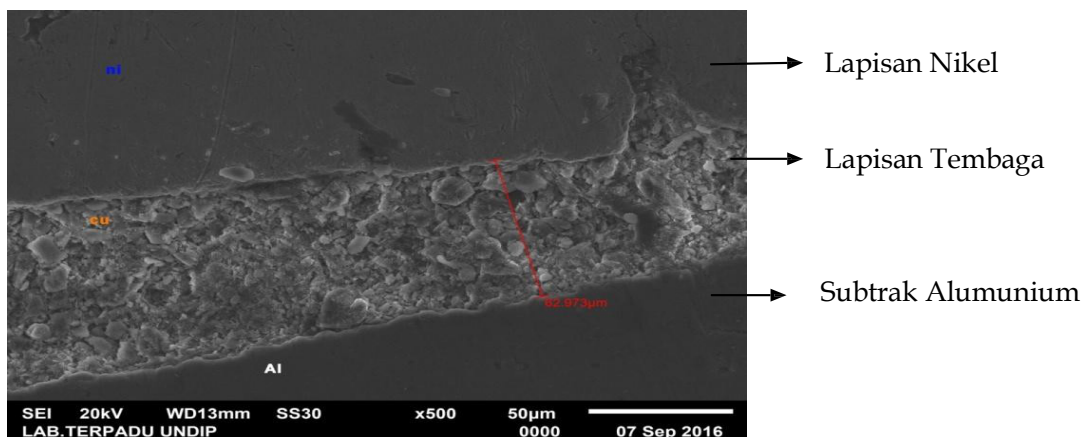


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Data Uji SEM dan EDX

Pada pengujian SEM, EDX menggunakan mesin JED-2300 *Analysis Station*. Dengan pembesaran lensa 500 kali.

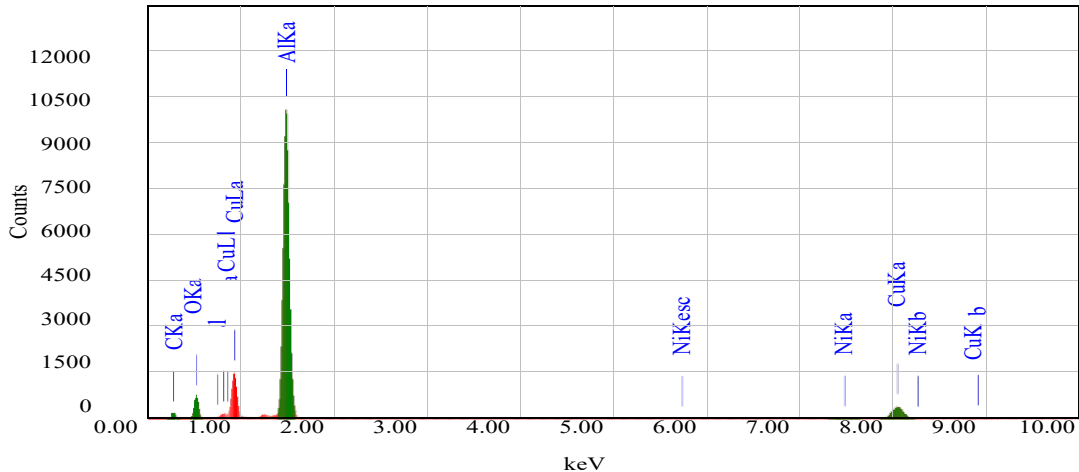


Gambar 2. Foto Uji SEM Pembesaran 500 kali dengan Lapisan Ni dan Cu pada Al



Hasil setelah dilakukan uji SEM pada salah satu spesimen elektroplating variasi CU 90 menit, Nikel 30 menit dan Voltase 3V dengan pembesaran 500 kali membuktikan bahwa adanya butiran partikel-partikel

tembaga yang berasal dari anoda kemudian menempel pada katoda aluminium. Logam tembaga memiliki konduktivitas dan memiliki panas yang baik (Purboputro, 2015; Purboputro & Kusuma, 2014).



Gambar 3. Hasil Analisis EDX

Tabel 1. Nilai Komposisi Hasil EDX

Element	Massa %	Sigma	Mol %	(ke V)
O	41.5	-	-	-
Al	42.7	0.17	75.02	1.486
Ni	0.10	0.03	0.02	7.471
Cu	15.7	0.12	24.96	8.040
Total	100%		100%	

Dari hasil yang dilakukan dengan analisis EDX dapat diketahui komposisi dan kandungan yang terdapat pada lapisan spesimen, dapat dilihat semua unsur yaitu Al, Ni, Cu dan didapatkan juga O (okside).

- Perhitungan ketebalan lapisan tembaga teoritis dengan parameter 30menit, Arus 0,3A, dan voltase 3V. Mencari berat endapan tembaga

$$I \cdot t = \frac{W}{Z \cdot F}$$

Dimana :
W = Berat yang di endapkan (gr)
I = Arus (Ampere)
t = Waktu (detik)
B = Berat Atom (63,54)
Z = Valensi
F = Bilangan Faraday 96,500

Coloumb

$$I \cdot t = \frac{W}{Z \cdot F}$$

$$0,3 \times 1800 \times 63,54 = \frac{W}{2 \times 96500}$$

$$34311,6 = \frac{W}{2}$$



193000
 $\rho = 0,177 \text{ g/cm}^3$
 • Mencari berat volume endapan
 $\rho = \frac{W}{V}$
 Di mana :
 $V = \text{Volume endapan (cm}^3\text{)}$
 $W = \text{Berat yang di endapkan (gr)}$
 $\rho = \text{Density (gram/ cm}^3\text{)}$
 $\rho = \frac{W}{V}$
 $0,164 = \frac{8,908}{V}$
 $V = 0,01995 \text{ cm}^3$

• Mencari ketebalan lapisan nikel
 $S = \frac{V}{A}$
 Di mana :
 $S = \text{Ketebalan lapisan cm}$
 $V = \text{Volume endapan (cm}^3\text{)}$
 $A = \text{Luas permukaan (cm}^2\text{)}$
 $\rho = \text{Density (gram/ cm}^3\text{)}$
 $S = \frac{V}{A}$
 $S = \frac{0,018434}{2,010}$
 $S = 0,0092 \text{ cm}$
 $S = 9,92 \mu\text{m}$

Dari hasil perhitungan ketebalan lapisan tembaga dengan variasi waktu 30 menit secara teoritis diketahui hasilnya adalah 9,92 μm .

Tabel 2. Ketebalan Tembaga Variasi Waktu

Arus (A)	Waktu (menit)	Luas Permukaan (cm ²)	Tebal (μm)
0.3	30	2,010	9.92
0.3	45	2,010	14.87
0.3	60	2,010	19.85
0.3	75	2,010	24.77
0.3	90	2,010	29.75

- Perhitungan ketebalan lapisan nikel teoritis dengan parameter 30 menit, Arus 0,3A, dan voltase 3V.
- Mencari berat endapan nikel

$$W = \frac{I \cdot t \cdot B}{Z \cdot F}$$

Dimana :
 $W = \text{Berat yang di endapkan (gr)}$
 $I = \text{Arus (ampere)}$
 $t = \text{Waktu (detik)}$
 $B = \text{Berat atom}$
 $Z = \text{Valensi}$
 $F = \text{Bilangan Faraday } 96,500 \text{ Coloumb}$

$W = \text{Berat yang di endapkan (gr)}$
 $\rho = \text{Density (gram/ cm}^3\text{)}$

$$\rho = \frac{W}{V}$$

$$0,164 = \frac{8,908}{V}$$

$$V = 0,018434 \text{ cm}^3$$

- Mencari ketebalan lapisan nikel

$$S = \frac{V}{A}$$



Di mana :

S = Ketebalan lapisan cm

V = Volume endapan (cm³)

A = Luas permukaan (cm²)

ρ = Density (gram/ cm³)

S =

S =



0,018434

2,010

S = 0,009172 cm

S = 9,17 μ m

Dari hasil perhitungan ketebalan lapisan nikel secara teoritis diketahui hasilnya adalah 9,1 μ m.

B. Uji Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan Vickers ini dilakukan dengan menggunakan penumbuk piramida intan yang berbentuk bujur sangkar. Pengujian kekerasan dilakukan dengan beban 5 kg dan waktu pembebanan 5 detik. Pengujian ini dilakukan di sepuluh titik yang berbeda secara vertikal pada permukaan alumunium, sebelum dilakukan proses elektroplating dan sesudah dilakukan proses elektroplating. Hasil kekerasan pada parameter-parameter yang digunakan dalam proses elektroplating dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

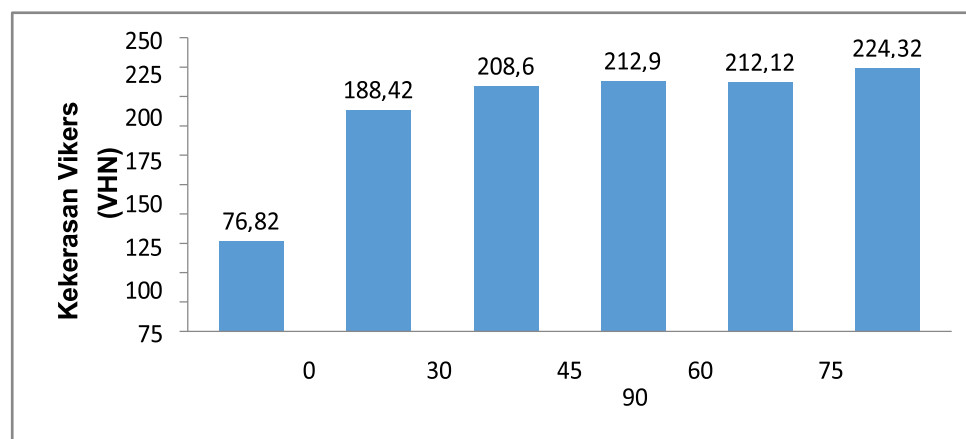
Tabel 3. Hubungan Antara Waktu dengan Kekerasan

Pelapisan Tembaga (menit)	Pelapisan Nikel (menit)	Kekerasan Vickers (VHN)
30	30	188,42
45	30	208,6
60	30	212,9
75	30	212,12
90	30	224,32

Dari data Tabel 3. pengujian kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan yang sangat signifikan setelah dilakukan proses elektroplating terhadap permukaan alumunium. Di mana sebelum dilakukan proses elektroplating nilai kekerasan 76,82

VHN dan setelah dilakukan proses elektroplating menjadi meningkat dengan nilai kekerasan 224,32 VHN pada parameter lapisan tembaga 90 menit ,lapisan Nikel 30 menit dan voltase 3v.

Gambar 4. Hubungan antara Waktu dengan Kekerasan





Hasil penelitian kekerasan yang sudah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai kekerasan optimum 224,32 VHN dicapai pada parameter tembaga 90 menit, Nikel 30 menit dan voltase 3V. Nilai kekerasan dipengaruhi dari lamanya waktu proses pelapisan elektroplating, sehingga meningkatkan kekerasan pada aluminium.

C. Uji Keausan

Keausan pada suatu logam baik untuk komponen otomotif ataupun pada mesin perkakas.

$$W_s =$$

$$\frac{P_o}{3.8 \cdot l \cdot g}$$

$$W_s =$$

$$g$$

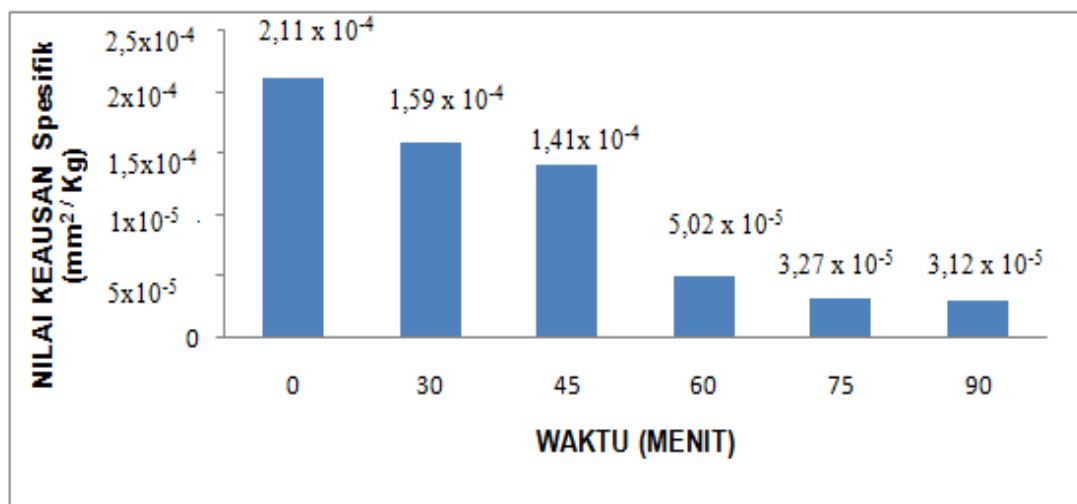
$$\dots \dots \dots (2)$$

Di mana B adalah 13 mm, r (15 mm), Po adalah gaya tekan pada proses keausan (2,12 kg), dan lo adalah jarak tempuh pada proses pengausan (66,6 m).

Tabel 4. Pengaruh Waktu terhadap Nilai Keausan

Lapisan Tembaga (Cu) (menit)	Lapisan Nikel (Ni) (menit)	Ws (mm ² /Kg)
30	30	1,59 x 10 ⁻⁴
45	30	1,41x 10 ⁻⁴
60	30	5,02 x 10 ⁻⁵
75	30	3,27 x 10 ⁻⁵
90	30	3,12 x 10 ⁻⁵

Gambar 5. Hubungan Antara Waktu dengan Keausan Lapisan Ni



Hasil uji keausan sebelum dilakukan proses elektroplating 2,11 x 10⁻⁴ mm²/Kg, kemudian dilakukan proses elektroplating dengan memvariasikan tembaga pada

lapisan pertama, nikel pada lapisan kedua dengan waktu yang tetap 30 menit dan voltase 3v. Pada Tabel 4 dan Gambar 5 menunjukkan nilai keausan yang menurun,



hal ini dipengaruhi oleh ketebalan lapisan di bawahnya yaitu tembaga (Cu). Dari hasil pengujian keausan yang sudah dilakukan, maka dapat diperoleh nilai ketahanan aus setelah proses elektroplating dengan lapisan tembaga pada waktu 90 menit, nikel 30 menit dan voltase 3v di dapat $3,12 \times 10^{-5}$.

Sifat material dapat dilihat dari hasil nilai yang diperoleh, di mana semakin keras sifat material maka benda akan semakin tahan aus terhadap suatu gesekan. Hal ini selaras dengan pendapat Riyadi (2019) pengujian aus menunjukkan bahwa semakin besar tegangan listrik maka kecepatan aus akan semakin rendah sampai titik tertentu, dan kemudian akan naik lagi. Peningkatan waktu pelapisan meningkatkan ketebalan dan kekerasan lapisan Ni, tetapi mengurangi keausan spesifik, sehingga Ni dapat menjadi kandidat potensial sebagai pengganti material untuk pelapisan krom (Riyadi & Masyrukan, 2017). Peningkatan tegangan saat ini meningkatkan ketebalan dan kekerasan lapisan Cu, tetapi mengurangi tingkat keausan spesifik pada elektroplating baja karbon (Riyadi et al., 2017).

Simpulan

Pada pengujian SEM dan EDX dapat membuktikan bahwa terdapat lapisan tipis pada permukaan spesimen yang menempel dengan metode elektroplating, sedangkan analisis EDX menunjukkan komposisi dan jumlah nilai dari kandungan menunjukkan nilai massa (%) Ni yaitu 0.10 dan pada Cu 13.35. Nilai kekerasan yang optimum 224,32 VHN dicapai pada parameter Tembaga 90 menit, Nikel 30 menit dan voltase 3V, yang sebelum dilakukan proses elektroplating sebesar 76,82 VHN. Dari hasil pengujian keausan didapat perbedaan nilai antara sebelum dilapisi

dengan yang sudah dilapisi dengan proses elektroplating, menunjukkan spesimen lebih tahan keausan. Nilai ketahanan keausan pada parameter Tembaga 90 menit, Nikel 30 menit, dan Voltase 3V menunjukkan nilai $3,12 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{Kg}$.

Daftar pustaka

- Azar A Saleh. (2014). *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik*. Bandung. Yrama Widya.
- John A, Schey. (2000). *Proses Manufaktur Introduction to Manufacturing Processes*. Edisi 3 . diterjemahkan oleh: Rines., et al. Andi, Yogyakarta.
- Masyrukan, M. (2019). Pengaruh Variasi Temperatur Air Sebagai Pendinginan terhadap Karakteristik Coran Aluminium dengan Media Cetakan Pasir Co₂. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 20(1), 1-7. <https://doi.org/10.23917/mesin.v20i1.7975>
- Mikmeková, E, L Frank, I Müllerová, B W Li, R S Ruoff, and M Lejeune. (2015). Diamond & Related Materials Study of Multi-Layered Graphene by Ultra-Low Energy SEM / STEM." doi:10.1016/j.diamond.2015.12.012.
- Natter, H., & Hempelmann, R. (1996). Nanocrystalline Copper by Pulsed Electrodeposition: The Effects of Organic Additives, Bath Temperature, and pH", 3654(5), 19525-19532.
- Partono, P., & Purboputro, P. I. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) dengan Variasi Mesh 40, 50, 60 pada Las Titik pada Pengelasan Plat Logam Aluminium. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 22(2), 111-117.



- <https://doi.org/10.23917/mesin.v22i2.14746>
- Purboputro, P. I. (2015). Pengaruh Komposisi Serat Kelapa terhadap Karakter Dinamis dan Waktu Gesek Bahan Kopleng Gesek Kendaraan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 16(2), 62-67.
- Purboputro, P. I., & Kusuma, R. (2014). Pengaruh Komposisi Serat Kelapa terhadap Kekerasan, Keausan, dan Koefisien Gesek Bahan Kopleng Gesek Kendaraan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 15(2), 49-54.
- Rao, Chepuri R K, and D C Trivedi. (2005). Chemical and Electrochemical Depositions of Platinum Group Metals and Their Applications. 249: 613- 31. doi:10.1016/j.ccr.2004.08.015.
- Riyadi, T. W. B. (2019). Elektroplating Ni/Cu pada Baja Karbon. *The 8th University Research Colloquium 2018*, 45-50.
- Riyadi, T. W. B., & Masyrukan. (2017). Hardness and Wear Properties of Laminated Cr-Ni Coatings Formed by Electroplating. *7th International Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering AIP Conference Proceedings*, 1-6. <https://doi.org/10.1063/1.4981175>
- Riyadi, T. W. B., Masyrukan, Sugito, B., & Widodo, T. (2014). Pengaruh Waktu Tahan Celup terhadap Nilai Kilap dan Ketebalan Lapisan Tembaga pada Proses Elektroplating Baja Karbon Tinggi. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 15(2), 87-92.
- Riyadi, T. W. B., Sarjito, Masyrukan, & Riswan, R. A. (2017). Mechanical Properties of Cr-Cu Coatings Produced by Electroplating. *Green Process, Material, and Energy: A Sustainable Solution for Climate Change, AIP Conference Proceedings, 1855*(June 2017), 1-6. <https://doi.org/10.1063/1.4985477>
- Roy, Sudipta, and D Landolt. (1995). Effect of Off-Time on the Composition of Pulse-Plated Cu-Ni Alloys. 142 (9).
- Siregar, M. A., Umurani, K., & Damanik, W. S. (2020). Pengaruh Jenis Katoda terhadap Gas Hidrogen yang Dihasilkan dari Proses Elektrolisis Air Garam. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(2), 57-65. <https://doi.org/10.23917/mesin.v21i2.10386>
- Sugito, Bi., Putro, P. I. P., Anggono, A. D., Darmawan, A. S., Masyrukan, M., & Qomarudin, A. (2022). Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Pengelasan Aluminium Seri Aa-5052 dengan Metode Friction Stir Welding, dengan Feed Rate 60 Mm/Menit pada Putaran 1500 Rpm dan Sudut Kemiringan Tools 30 yang Dilanjutkan Annealing dan Normalizing. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 23(1), 59-69. <https://doi.org/10.23917/mesin.v23i1.16924>
- Yang, J., Huang, J., Fan, D., Chen, S., & Zhao, X. (n.d.). Structural, mechanical, thermo-physical and electronic properties of η' -(CuNi)₆Sn₅ Intermetallic Compounds: First-Principle Calculations. *Journal of Molecular Structure*. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.01.059>.