

Aplikasi Pelapisan Nikel Pada Aluminium Dengan Proses Elektroplating

Aminur¹, Sudarsono², La Hasanudin³, Salimin⁴, Abd. Kadir⁵, Budiman Sudia⁶, Jaka Seru Dwi Saputra⁷

¹ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ² Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ³ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ⁴ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ⁵ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ⁶ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, ⁷ Jurusan Teknik Universitas Halu Oleo

Coprespondent Author: aminur@uho.ac.id

Abstrak — Elektroplating adalah proses pelapisan logam dengan logam lain dengan cara elektrolisa, seperti pelapisan seng, galvanis, perak, emas, kuningan, tembaga, nikel dan krom. Aluminium adalah salah satu material yang banyak diaplikasikan pada industri karena sifatnya yang ringan dan tahan korosi. Namun untuk mempertahankan integritas strukturalnya ketika terkena atmosfer, korosi dangkal dapat terjadi sehingga dapat merusak permukaan dan menurunkan sifat kekerasannya. Oleh karena itu, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh arus listrik terhadap perubahan ketebalan, penambahan berat dan kekerasan lapisan pada aplikasi pelapisan Nikel-Aluminium dengan proses elektroplating. Proses pelapisan Aluminium-Nikel dilakukan pada rangkaian skematik bak elektroplating yang berisikan cairan elektrolit. Adapun variasi arus listrik yang diberikan adalah 10 Amper, 14 Amper, dan 18 Amper dengan waktu proses pelapisan adalah 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal lapisan bertambah dan kekerasan meningkat seiring dengan meningkatnya kuat arus yang diberikan pada proses elektroplating. Nilai kekerasan tertinggi 234 kg/mm² pada arus listrik 18 Amper dan kekerasan terendah 146 kg/mm² pada arus listrik 10 Amper.

Kata Kunci: electroplating Al-Ni, arus listrik, tebal, berat dan kekerasan.

Abstract — Electroplating is the process of plating metal with other metals using electrolysis, such as plating zinc, galvanized, silver, gold, brass, copper, nickel, and chrome. Aluminum is one of the most widely used materials in industry because of its lightness and corrosion resistance. However, to maintain its structural integrity when exposed to the atmosphere, shallow corrosion can occur which can damage the surface and reduce its hardness. Therefore, this study aimed to determine the effect of current strength on changes in thickness, weight gain, and coating hardness in nickel-aluminum coating applications using the electroplating process. The Aluminum-Nickel plating process is carried out in a schematic series of electroplating baths filled with electrolyte liquid. The variations in the current density given are 10 Amperes, 14 Amperes, and 18 Amperes with a coating process time of 20 minutes. The results showed that the thickness of the coating increased and the hardness increased as the current strength increased in the electroplating process. The highest hardness value is 234 kg/mm² at a current density of 18 Amperes and the lowest hardness is 146 kg/mm² at a current density of 10 Amperes.

Keywords: Al-Ni electroplating, current density, thickness, weight, and hardness.

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi pelapisan material ferro dan non-ferro menemui kemajuan pesat.

Dalam perkembangannya, teknologi rekayasa material khususnya pelapisan listrik telah banyak memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan industri pelapisan dalam skala besar (diantaranya dekoratif mobil, suku cadang mesin) dan industri dalam skala kecil (seperti aksesoris, peralatan elektronik). Dalam perkembangan industri pengerjaan logam, operandi pelapisan logam merupakan suatu proses pengerjaan akhir dari elektroplating (Rozak, 2017); (Nurhilal, et al., 2021).

Elektroplating merupakan proses pelapisan logam, dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu guna memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapis (Lowenheim, 1974). Salah satu manfaat proses elektroplating adalah memperbaiki tampilan permukaan dari sebuah logam (Nasution, et al., 2013).

Pada sektor industri pelapisan dengan metode elektroplating banyak digunakan untuk menghasilkan permukaan yang memiliki estetika baik dari kehalusan maupun keindahan dari segi penampilan hasil produk (Nurhilal, et al., 2021). Elektroplating sering juga disebut elektrodeposisi (proses pengendapan), yaitu suatu proses pelapisan logam yang dilakukan dengan mengendapkan logam pelapis pada suatu logam yang dilapisi (logam induk) dengan metode elektrolisa (Sudana, et al., 2014).

Beberapa alasan yang menjadikan aluminium favorit digunakan dalam berbagai aplikasi adalah densitas rendah, rasio kekuatan/berat yang tinggi (Nindhia, et al., 2020). Aluminium banyak diaplikasikan untuk industri karena ringan, tahan korosi, kemampuan dan sifat konduktivitas termal yang baik. Namun, aplikasi paduan aluminium terbatas karena kekakuannya dan kekuatannya yang rendah dan sifat tribologi yang kurang baik (Samah, et al., 2019). Aluminium memiliki sifat kekerasan yang tidak begitu tinggi dan penampilan yang kurang menarik sehingga perlu diperindah, yang salah satunya dengan melapisi aluminium dengan nikel melalui proses elektroplating (Koten, et al., 2016). Dalam aplikasinya aluminium paduan lebih sering digunakan dibandingkan aluminium murni karena sifat aluminium murni yang lunak dan tidak kuat terhadap beban berat (Machfuroh, et al., 2021).

Pada proses elektroplating, logam-logam yang umum digunakan sebagai pelapis adalah nikel, chromium, mangan, arsen, platinum, aurum, plumpun (Sudana, et al., 2014). Penggunaan nikel sebagai logam pelapis pada aluminium dapat menaikkan nilai kekerasan, kekuatan tarik dan batas elastis. Nikel memiliki sifat unggul terhadap panas, korosi baik pada media laut dan alkali, namun kelemahannya adalah lemah terhadap pengaruh asam baik berupa korosi oleh asam khlor dan asam sulfat (Paridawati, 2013). Nikel memiliki kekerasan 130-155 HVN (Sujiono, et al., 2014).

Penggunaan nikel sebagai bahan pelapis disebabkan beberapa faktor: tahan korosi dalam berbagai kondisi lingkungan, tampilan yang menarik, dan ekonomis. Selain itu juga nikel merupakan salah satu logam penting untuk menanggulangi korosi. Kriteria lain yang mempengaruhi kualitas pelapisan Nikel, adalah konsentrasi larutan, kuat arus dan temperatur dan waktu pelapisan (Hartono & Kaneko, 1992).

Pengaruh variasi tegangan listrik yang bekerja 4, 6, 8, 12 Volt selama waktu 5, 10, 15 menit, dan 17.8 A, 22.7 A dan 27.3 A. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa meningkatnya tegangan listrik dan semakin lamanya waktu pelapisan maka nilai kekerasan meningkat pula (Raharjo, 2010). Pelapisan nikel-krom dengan tegangan listrik berbeda-beda, yaitu 5, 7.5, 9 volt dan waktu yang berbeda-beda pula 5, 10, 15 detik. Dari penelitian didapatkan bahwa nilai kekerasan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dengan pelapisan nikel-krom terhadap pengaruh tegangan listrik dan waktu (Tahu, et al., 2015).

Pada dasarnya meskipun aluminium memiliki sifat tahan korosi namun strukturalnya ketika terkena atmosfer, maka korosi dangkal dapat saja terjadi yang merusak penampilannya. Selain itu tampilannya kurang menarik dan kekerasan permukaan relatif rendah, Berbeda dengan sifat nikel yang agak keras, putih keperakan mengkilap, cemerlang, mudah dibentuk, dan ulet. Sehingga dalam penelitian ini perlu dilakukan suatu kajian mendalam terkait proses elektroplating aluminium dengan logam pelapis nikel berdasarkan kuat arus pada proses pelapisan. Dalam proses pelapisan listrik, parameter yang perlu diperhatikan salah satunya adalah tegangan listrik atau kuat arus listrik. Oleh sebab itu, adanya tegangan listrik yang bekerja maka terjadi beda potensial antara elektroda sehingga ion-ion dalam system tersebut mengalami pergerakan menuju ke elektroda.

Penelitian ini dilakukan dalam rangka untuk memperbaiki tampilan dekoratif, meningkatkan ketebalan lapisan dan memperbaiki sifat kekerasan permukaan logam yang dilapisi. Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah agar dapat digunakan sebagai data dasar untuk penelitian selanjutnya di bidang pelapisan nikel.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah metoda eksperimental dimana data yang diperoleh merupakan hasil percobaan pelapisan nikel yang dilakukan pada logam aluminium dengan bervariasi kuat arus listrik.

Bahan inti yang dilapisi pada penelitian ini yaitu Aluminium sebagai katoda (substrat) sedangkan logam pelapis adalah Nikel murni sebagai anoda. Sebelum dilapisi raw material diuji komposisi dalam rangka untuk mengetahui komposisi kimianya. Adapun hasil uji komposisi kimia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia raw material Aluminium

Unsur Paduan	Komposisi Kimia	Deviasi
Al	97.11	0.0676
Si	0.76	0.087
Fe	0.388	0.0017
Cu	0.073	0.0092
Mn	0.0664	0.0047
Mg	1.11	0.035
Cr	0.277	0.0048
Ni	<0.0200	<0.002
Zn	0.0126	0.0055
Sn	<0.0500	<0.002
Ti	0.023	0.0018
Pb	<0.0300	<0.002
Be	0.0001	0.0001
Cu	0.0345	0.006
Cr	<0.0200	<0.0001
V	0.011	0.003
Zr	0.0216	0.0052

Bak elektroplating yang dipakai untuk melaksanakan penelitian ini berkapasitas 100 ltr larutan elektrolit. Cairan elektrolit yang diisikan pada bak kontainer terdiri dari nikel sulfat 20 ltr, nikel klorid 10 ltr, borid acid 5 ltr, maintenance brightener 0,5 ltr, asam sulfat 20 ltr, zincate 5 ltr, acid dip 5 ltr dan asam sulfat. Spesimen aluminium yang dilapisi berbentuk plat strip dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 30 mm, dan tebal 3 mm.

Peralatan yang digunakan pada proses listrik terdiri bak *electroplating* berkapasitas 100 ltr, *rectifier* 200 A, *stopwatch*, termometer, boume tester. Sedangkan peralatan pengukuran terdiri dari zigma, timbangan digital, *baume hydrometer*, avometer, *stopwatch*, dan alat uji *micro Vickers hardness tester*.



Gambar 1. *Micro Vickers hardness tester*

Untuk menghitung ketebalan lapisan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{I. t. B}{Z. F. \rho. A} \quad (1)$$

Dimana:

A = luas permukaan benda kerja (mm²)

ρ = massa jenis (gr/cm³)

B = berat atom nikel (58,71)

Z = valensi (2,3)

F = bilangan faraday (96.500 Coulomb)

t = waktu (s)

I = arus (A)

Untuk menghitung nilai kekerasan Vickers pada lapisan permukaan benda kerja dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$HVN = \frac{2 \cdot P \cdot \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = \frac{1,854 \cdot P}{d^2} \quad (2)$$

Dimana:

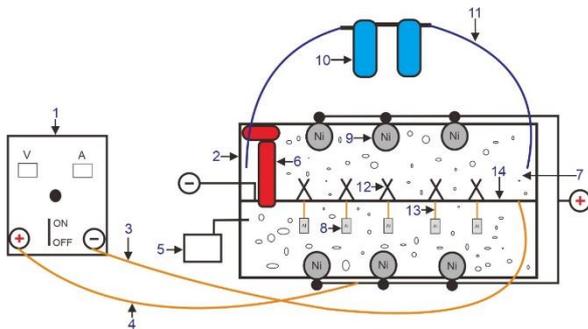
P = beban (kgf)

d = panjang diagonal injakan (mm)

I = arus (A)

θ = sudut antara permukaan intan (136°)

Tahapan proses pelapisan nikel mulai proses persiapan permukaan secara mekanis maupun secara kimia sampai proses pelapisan nikel. Sebelum proses elektroplating dilakukan, sisi permukaan material yang dilapisi perlu ratakan dan dibersihkan dengan baik, bebas dari zat-zat kimia dan zat pengotor lainnya sebagai syarat mutlak untuk menghasilkan logam pelapis yang kuat dan rata. Adapun kondisi operasi penelitian adalah temperatur pelapisan 55 °C, kuat arus 10 A, 14 A, 18 A dengan waktu pelapisan 20 menit dengan tingkat pH 4-5. Pada larutan elektrolit nikel memiliki limit-limit pH yang diijinkan untuk mencapai proses pelapisan yang baik adalah berkisar antara 1,5-5,2 (Hartono & Kaneko, 1992).



Gambar 1. Skematik proses electroplating Al-Ni

Keterangan:

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Rectifier | 8. Benda kerja (Katoda) |
| 2. Bak electroplating | 9. Bahan pelapis (Anoda) |
| 3. Kutub negatif | 10. Filter |
| 4. Kutub positif | 11. Selang filter |
| 5. Gelembung | 12. Penjepit |
| 6. Heater | 13. Kabel tunggal |
| 7. Larutan elektrolit | 14. Gantungan |

Peralatan dasar yang digunakan berupa sebuah sel elektrokimia adalah dua elektroda, umumnya konduktor logam, yang dicelupkan ke dalam elektrolit konduktor ion (yang dapat berupa larutan atau cairan) dan arus sumber. Lapisan aluminium oksida dimasukkan pada aluminium dengan melewati arus listrik melalui rendaman elektrolit asam, pada keadaan aluminium direndam.

Proses elektroplating

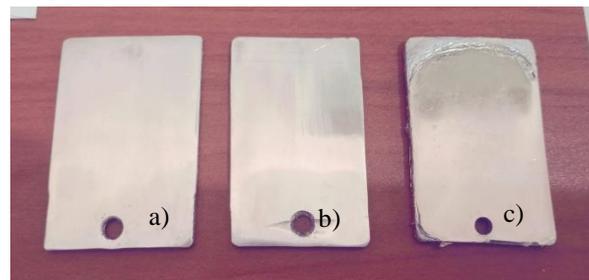
1. Sebelum proses elektroplating dilakukan benda kerja ditimbang, timbang terlebih dahulu berat benda awal dengan timbangan (neraca digital).
2. Jepit benda kerja pada masing-masing tempat yang telah disediakan dengan jarak 5 cm.

3. Anoda yang digunakan adalah Nikel dan katoda yang digunakan adalah plat aluminium (benda yang akan dilapisi).
4. Celupkan anoda dan katoda pada larutan elektrolit dengan waktu 20 menit.
5. Hubungkan anoda pada katub positif dan katoda pada katub negatif dengan mengatur arus 10 A, 14 A, dan 18 A sesuai dengan parameter penelitian.
6. Putuskan arus listrik dan spesimen diangkat..
7. Setelah spesimen uji diangkat, lakukan pengeringan kemudian spesimen ditimbang kembali pada neraca.

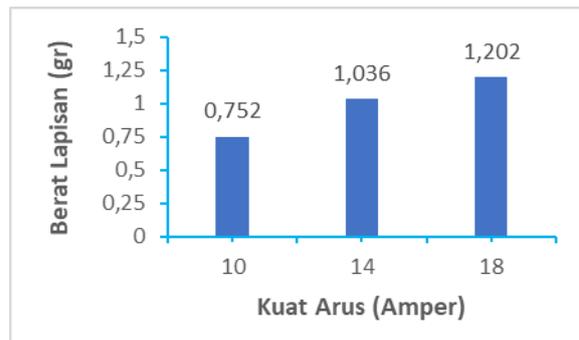
Proses elektroplating ini dapat dilihat pada skema gambar 1. Pada penelitian ini, jumlah spesimen yang dibuat masing-masing 5 buah untuk setiap variasi kuat arus. Setiap spesimen diuji 3 titik pengujian. Variasi kuat arus listrik yang ditetapkan adalah 10 A, 14 A, dan 18 A. Data diperoleh dari hasil pengukuran dan pengujian spesimen pada masing-masing variasi kuat arus pelapisan nikel pada aluminium dibuat tabel dan grafik untuk dilakukan analisa dan pembahasan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan dari proses elektroplating dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Produk hasil elektroplating, a) arus 10 A, b) arus 14 A, c) arus 18 A



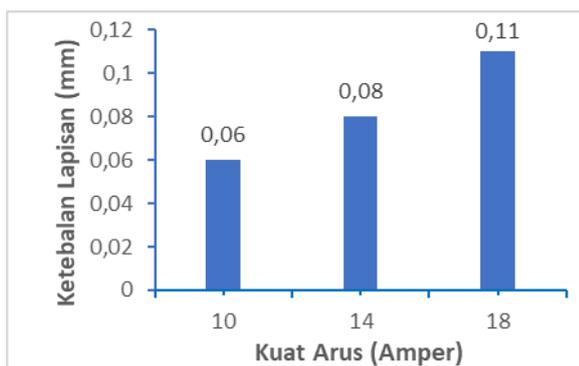
Gambar 2. Hubungan pertambahan berat lapisan terhadap kuat arus pada proses electroplating Ni pada Al

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa nilai kuat arus dipengaruhi oleh pertambahan berat lapisan. Terjadi peningkatan berat lapisan yang signifikan seiring naiknya kuat arus, dimana nilai berat lapisan rata-rata berturut-turut diperoleh 0,752 gr untuk arus 10 A, 1,036 gr untuk kuat arus 14 A dan untuk kuat arus 18 A nilai rata-rata berat lapisannya adalah 1.202 gr. Jadi, semakin besar kuat arus maka semakin berat massa lapisan yang dapat terbentuk. Namun, dapat menyebabkan distorsi bidang pada

material sehingga lapisan terkelupas, selain itu juga dengan meningkatnya arus sampai 18 A, lapisan mulai terkupas, dan sebagian lapisan hangus.

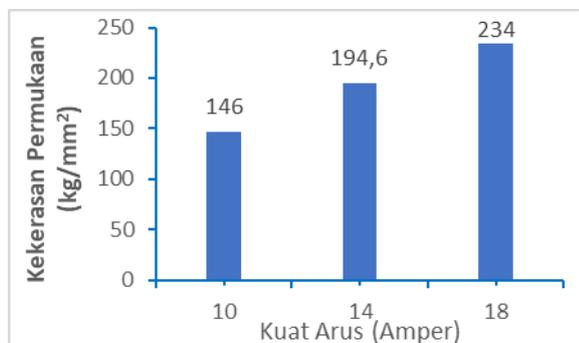


Gambar 2. Pelapisan dengan kuat arus 180 A



Gambar 3. Hubungan ketebalan lapisan terhadap kuat arus pada proses electroplating Ni pada Al

Pada grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai kuat arus berpengaruh pada nilai ketebalan lapisan. Terjadi peningkatan ketebalan lapisan yang signifikan seiring naiknya kuat arus, dimana nilai ketebalan lapisan rata-rata berturut-turut diperoleh 0,06 mm untuk arus 10 ampere, 0,08 mm untuk arus 14 ampere dan untuk kuat arus 18 ampere nilai rata-rata ketebalan lapisannya adalah 0,11 mm. Jadi, semakin besar kuat arus maka semakin besar pula tebal lapisan dan massa deposit lapisan yang mengendap pada permukaan spesimen. Hal ini sejalan dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa deposit endapan logam yang terbentuk sebanding dengan jumlah arus listrik yang diberikan dikalikan dengan lamanya operasi berlangsung.



Gambar 4. Hubungan kekerasan permukaan lapisan terhadap kuat arus pada proses electroplating Ni pada Al

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat arus listrik berpengaruh pada nilai kekerasan. Pada nilai kekerasan terjadi kenaikan yang signifikan seiring bertambahnya kuat arus listrik yang diberikan, dimana nilai rata-rata kekerasan berturut-turut diperoleh 146 kg/mm² untuk arus 10 A, 194 kg/mm² untuk arus 14 A, dan 234 kg/mm² untuk kuat arus 18 A. Semakin kuat arus yang diberikan maka nilai kekerasannya pun semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kecepatan perpindahan elektron menuju anoda ke katoda semakin cepat sehingga jumlah ion nikel yang mengendap semakin banyak akibat kuat arus yang semakin tinggi. Dengan adanya beda potensial listrik antara elektroda sehingga ion-ion dalam sistem bergerak ke elektroda. Peningkatan nilai kekerasan seiring dengan meningkatnya tegangan listrik yang terjadi akibatnya arus listrik yang dihasilkan juga meningkat sehingga jumlah elektron akan semakin banyak dan semakin cepat terlepas dari larutan elektrolit untuk menempel ke katoda oleh sebab itu logam yang mengendap semakin tebal (Tahu, et al., 2015).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan bahwa semakin besar kuat arus maka ketebalan lapisan, berat lapisan dan kekerasan permukaan aluminium-nikel meningkat, dimana ketebalan lapisan tertinggi 0,11 mm, berat lapisan tertinggi 1,202 gr, dan kekerasan permukaan tertinggi 234 kg/mm².

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengamatan ketebalan lapisan dan struktur mikro dengan alat uji mikroskop.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Pendidikan Vokasi, Lab. Material dan Teknologi Mekanik Universitas Halu Oleo.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartono, A. J. & Kaneko, T., 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. ke-1 ed. Yogyakarta(DIY): Andi Offset.
- Koten, A. M., Adoe, D. H. & Jasron, J. U., 2016. Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Terhadap Kekerasan Lapisan Nikel dengan Electroplating pada coran Aluminium Scrap. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, April, 03(01), pp. 01-08.
- Lowenheim, F. A., 1974. *Modern Electroplating*. New York: Wiley.
- Machfuroh, T., Pradani, Y. F. & Ghufro, W., 2021. Pengaruh Jarak Dan Waktu Electroplating Terhadap Laju Deposit dan Korosi Aluminium Alloy. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, Maret.9(1).
- Nasution, A. K., Nawangsari, P., Cahyono, H. & Mustaqim, M., 2013. Penentuan Parameter Ketebalan Lapisan Proses Electroplating Pada Aluminium Dan Baja. *Jurnal Photon*, Oktober, 04(1), pp. 9-17.
- Nindhia, T. G. T., Negara, D. K. P., Saputra, I. W. A. & Sharma, P. K., 2020. *Development Method for Nickel Electroplating on Aluminium*. India, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering .

- Nurhilal, M., Harjanto, T. R., Bahri, S. & Purwiyanto, P., 2021. Rancangan Alat Elektroplating Dan Eksperimen Pelapisan Berbahan CuSO₄ Terhadap Ketebalan Lapisan. *Jurnal Infotekmesin*, Januari, 12(1), pp. 36-41.
- Paridawati, P., 2013. Analisa Besar Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Dengan Proses Elektroplating. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 01(01), pp. 35-44.
- Raharjo, S., 2010. *Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Khrom*. Muhammadiyah Semarang, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Rozak, A., 2017. Analisis Kepadatan Pada Proses Pelapisan Nikel Dengan Variasi Tegangan Dan Lama Pencelupan Baja ST 41. *JTM*, 05(01), pp. 53-60.
- Samah, K. et al., 2019. *Hardness of Nickel Electrodeposition on Aluminium Alloys: Influence of Temperature and Duration of Heat treatment*. Czech Republic, 14th international conference Local Mechanical Properties.
- Sudana, I. M., Arsani, I. A. A. & Sut, I. G., 2014. Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Logic*, Nopember, 14(3), pp. 190-198.
- Sujiono, E. H., Diantoro, M. & Samnur, S., 2014. Karakteristik Sifat Fisis Batuan Nikel Di Sorowako Sulawesi Selatan. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Juli, pp. 163-167.
- Tahu, F., Maliwemu, E. U. & Limbo, I. S., 2015. Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Terhadap Kekerasan Mikro Pelapisan Nikel-Krom Pada Produk Pengecoran Aluminium Bekas (Scrap). *Lontar Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, Oktober, 02(02), pp. 27-36.