

ANALISIS PENGARUH PELAPISAN NIKEL PADA MATERIAL ALUMINIUM SERI 2024 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN DENGAN METODE ELEKTROPLATING

¹Fathir Slametriadi, ²Sehono, ³Ferry Setiawan

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

Abstrak

Aluminium alloy pada bidang kedirgantaraan sudah banyak digunakan dalam pembuatan skin dari pesawat. Penggunaan aluminium alloy memiliki kelebihan kekuatan mekanis yang relatif tinggi dan ketahanan terhadap korosi. Dalam rangka menaikkan kekuatan material dan tampilan fisik dari aluminium dapat menggunakan metode elektroplating. Elektroplating adalah metode yang digunakan untuk melapisi logam dengan logam jenis lain, proses pelapisan menggunakan bantuan arus listrik. Arus listrik yang digunakan akan memicu pelepasan ion logam pada bagian anoda untuk selanjutnya melekat pada bagian katoda. Pada penelitian ini dilakukan proses elektroplating pada spesimen aluminium alloy 2024 dengan pelapisan nikel. Variasi pada penelitian ini menggunakan perbedaan tegangan arus listrik 25 V, 35 V, dan 45 V. Kemudian untuk mengetahui perbedaan dari variasi yang sudah digunakan maka dilakukan uji tarik dan uji kekerasan. Dari hasil uji tarik menunjukkan semakin tinggi tegangan arus listrik yang digunakan akan menaikkan kekuatan tarik, namun kekuatan yield akan menurun. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi tegangan 45 V dengan nilai 452,53 MPa. Kemudian pada uji kekerasan menunjukkan semakin tinggi tegangan arus listrik akan menurunkan nilai kekerasan. Nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada tegangan 25 V dengan nilai 963,594.

Kata kunci: Nikel, Tegangan, Elektroplating, Tarik, Kekerasan

Abstract

Aluminum alloy in the aerospace field has been widely used in the manufacture of skins from aircraft. The use of aluminum alloy has the advantages of relatively high mechanical strength and resistance to corrosion. In order to raise the strength of the material and the physical appearance of aluminum can use the electroplating method. Electroplating is a method used to coat metals with other types of metals, the coating process uses the help of electric current. The electric current used will trigger the release of metal ions at the anode to be further attached to the cathode. In this study, an electroplating process was carried out on 2024 aluminum alloy specimens with nickel coating. The variations in this study used differences in electric current voltages of 25 V, 35 V, and 45 V. Then to find out the differences from the variations that have been used, tensile tests and hardness tests were carried out. From the results of the tensile test, it shows that the higher the voltage of the electric current used, it will increase the tensile strength, but the yield strength will decrease. The highest tensile strength is found in the voltage variation of 45 V with a value of 452.53 MPa. Then on the hardness test shows that the higher the voltage of the electric current will reduce the hardness value. The highest hardness value is found at a voltage of 25 V with a value of 963.594.

Keywords: Nickel, Voltage, Electroplating, Tensile, Hardness

Pendahuluan

Aluminium alloy banyak digunakan pada dunia kedirgantaraan, hal ini dikarenakan aluminium alloy memiliki berat yang relatif ringan. Meskipun ringan aluminium memiliki sifat mekanik yang relatif tinggi. Karena pesawat memiliki banyak gaya yang bekerja pada seluruh struktur maka diperlukan material pelindung luar yang baik, salah satunya menggunakan aluminium alloy. Aluminium alloy yang sudah ada dapat diperkuat lagi dengan memberikan pelapisan pada permukaan luar, salah satu metode yang dapat digunakan adalah elektroplating.

Prinsip dasar dari elektroplating adalah mengalirkan arus listrik untuk menghantarkan ion-ion logam pelapis menuju logam yang akan dilapisi. Menurut Goa dan Fathurrahman (2020) elektroplating dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanis, memberikan anti korosi, serta menambah

¹Email Address: 180102035@students.sttkd.ac.id

Received 2 Januari 2023, Available Online 30 Juli 2023



<https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.611>

tampilan fisik. Adapun logam yang dapat digunakan sebagai pelapis yaitu seng, perak, emas, tembaga, nikel, krom, serta galvanis. Pada umumnya pelapisan dilakukan dengan menggunakan material yang tahan terhadap korosi, sehingga setelah dilakukan elektroplating akan tahan terhadap korosi (Maysara, 20214). Variasi lain dalam metode elektroplating juga dapat dilakukan dengan tujuan meningkatkan sifat mekanis dari material utama.

Pada penelitian ini dilakukan variasi tegangan arus listrik yang mengalir pada proses elektroplating. Kemudian untuk mengetahui dampak dari perbedaan tegangan yang diberikan, material dilakukan uji tarik dan kekerasan. Dengan demikian sifat mekanis dari hasil variasi tegangan arus listrik elektroplating dapat diketahui.

Tinjauan Pustaka

Aluminium

Aluminium memiliki karakteristik konduktivitas panas listrik yang tinggi, tahan korosi, dan mudah dimanufaktur karena memiliki sifat ulet. Menurut Mulle (2011) logam aluminium memiliki berat yang relatif ringan, kekuatan yang tinggi dan mudah difabrikasi. Berdasarkan pernyataan dari Arief (2010) aluminium memiliki lapisan yang tahan korosi dan titik lebur aluminium $\pm 660^{\circ}\text{C}$. Namun, menurut Djunaidi dan Yakud (n.d) aluminium memiliki kelemahan seperti kekerasan yang kurang dan penampilan yang kurang menarik. Adapun karakteristik umum dari aluminium menurut Rochman *et al.* (2010) terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik aluminium

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Nomor atom | 13 |
| Spesifik <i>gravity</i> | 2,7 gr/cm ³ |
| Temperatur leleh | 660°C |
| Koefisien ekspansi linier | 0,002081/°C |
| Modulus elastisitas | 2386,67 N/mm ² |
| Modulus elastisitas geser | 795,56 N/mm ² |
| Poisson ratio | 0,33 |
| Konduktivitas panas | 200 W/mK |
| Konduktivitas listrik | 30 m/Ωm |
| Densitas | 2,70 g.cm ⁻³ |
| <i>Brinnel hardness</i> | 245 HB |

Sumber: Rochman *et al.* (2010)

Salah satu jenis aluminium yang banyak digunakan adalah aluminium *alloy* 2024. Kandungan dalam aluminium *alloy* 2024 berasal dari Al-Cu-Mg. Peran penting dari magnesium adalah meningkatkan kekuatan dan kekerasan dari aluminium tersebut. Menurut Jamaludin (2019) karena sifat mekanis dari aluminium *alloy* 2024 yang baik, maka banyak diterapkan pada pesawat terbang. Adapun penerapan dari aluminium *alloy* 2024 pada bagian pesawat adalah *skin wing* (Junipitoyo, 2020). Adapun kandungan dalam aluminium *alloy* 2024 terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi aluminium alloy 2024

| Jenis paduan | Komposisi (%) |
|----------------|---------------|
| Silicon (Si) | 0.50 |
| Besi (Fe) | 0.50 |
| Tembaga (Cu) | 3.8 - 4.9 |
| Mangan (Mn) | 0.3 - 0.9 |
| Magnesium (Mg) | 1.2 - 1.8 |
| Cromium (Cr) | 0.10 |
| Seng (Zn) | 0.25 |
| Titanium (Ti) | 0.15 |

| Jenis paduan | Komposisi (%) |
|----------------|---------------|
| Aluminium (Al) | Balance |

Sumber: Rochman *et al.* (2010)

Selanjutnya terdapat aluminium dengan seri T3, kode tersebut memiliki arti bahwa aluminium tersebut diberikan *heat treatment* agar mencapai pada sifat mekanis tertinggi (Kalium *et al.*, 2011). Metode yang digunakan adalah *natural aging*, *natural aging* adalah proses dari *heat treatment* dengan meletakkan aluminium pada suhu ruang dengan durasi tertentu. Dampak dari *natural aging* yang semakin lama adalah meningkatkan kekuatan mekanis, kekuatan *yield*, dan kekerasannya.

Nikel

Nikel merupakan logam yang memiliki sifat mekanis dan ketahanan korosi yang baik apabila dipadukan dengan material lain, selain itu juga dapat meningkatkan nilai harga. Menurut Putri (2015) nikel memiliki karakteristik tahan terhadap suhu tinggi, tingkat korosi yang rendah, dan tahan terhadap pengaruh air laut. Selain itu menurut Basmal *et al.* (2012) nikel memiliki sifat daya hantar listrik yang baik. Sehingga nikel dapat digunakan untuk pelapisan pada proses elektroplating. Menurut Andinata karakteristik nikel terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik nikel

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Massa jenis | 8,902 g/cm ³ |
| Titik lebur | 1455 °C |
| Titik didih | 2827 °C |
| Paramater <i>lattice</i> | 0,35243 nm (pada 25 °C) |
| Jari-jari atom | 0,1246 nm |
| Elektronegativitas | 1,8 |

Sumber: Andinata *et al.* (2012)

Elektroplating

Elektroplating adalah salah satu metode yang digunakan untuk melapisi logam utama dengan logam lain. Pelapisan tersebut dilakukan didalam larutan elektrolit yang selanjutnya bagian anoda dan katoda dari sumber listrik dialirkan ke logam utama dan logam pelapis. Menurut Sudana *et al.* (2014) metode elektroplating dilakukan dengan mengendapkan logam pelapis ke logam lain dengan proses elektrolisa. Menurut Maysaara (2014) metode elektroplating dapat menurunkan laju korosi pada logam utama. Adapun jenis logam yang dapat digunakan yaitu krom, nikel, galvanis, dan emas.

Prinsip kerja dari elektroplating yaitu ketika bagian anoda dan katoda yang sudah dihubungkan dengan logam di dalam larutan elektrolit, kemudian dialirkan aliran listrik maka ion yang ada pada anoda akan lepas dan menempel pada logam yang terhubung dengan katoda. Menurut Manurung (2014) aliran listrik yang mengalir pada anoda akan melepaskan ion-ion logam (reduksi), kemudian ion-ion tersebut akan mengendap pada katoda. Selanjutnya pengaruh dari tegangan listrik juga berpengaruh terhadap hasil dari proses elektroplating. Menurut Raharjo (2010) semakin tinggi dari tegangan yang diberikan akan meningkatkan sifat mekanis dari material.

Uji Tarik

Sifat mekanis dari suatu material dapat diketahui dengan cara melakukan pengujian, pengujian yang dapat dilakukan yaitu uji tarik. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan material terhadap beban tarik yang diberikan secara berkelanjutan. Menurut Firmansyah (2020) hasil dari uji tarik dapat diketahui kekuatan tarik, elastisitas, keuletan, serta kelentingan material. Adapun persamaan yang digunakan pada pengujian tarik yaitu:

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \quad (1)$$

Dimana σ_y adalah tegangan *yield* (kN/mm²), P_y adalah beban *yield* (kN), A_0 adalah luas penampang (mm²).

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_0} \quad (2)$$

Dimana σ_u adalah tegangan *ultimate* (kN/mm²), P_u adalah beban *ultimate* (kN)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana ε adalah regangan (%), ΔL adalah pertambahan panjang (mm), L_0 adalah panjang awal spesimen (mm).

Uji Kekerasan Brinell

Uji kekerasan Brinell merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari material ketika diberikan beban berupa penekan (indenter) yang berbentuk kerucut. Penekanan menggunakan indenter dilakukan sampai material mengalami kerusakan (Setiawan, 2022). Uji kekerasan Brinell termasuk jenis *non-destructive test* dimana tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekerasan material terhadap beban berupa bola baja (indenter) yang diletakkan pada permukaan spesimen. Persamaan yang digunakan pada pengujian kekerasan Brinell yaitu:

$$HB = \frac{2p}{\left(\frac{\pi D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (4)$$

Dimana, P adalah beban (kg), D adalah diameter bola baja (mm), d adalah diameter lekukan (mm).

Metode Penelitian

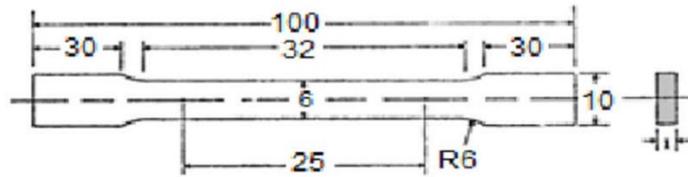
Penelitian ini dilakukan dengan membuat media *electroplating* untuk proses pelapisan nikel pada aluminium *alloy* 2024. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan seperti tertampil pada Tabel 4.

Tabel 4. Alat dan bahan

| | |
|-------|----------------------------------|
| | Display kecepatan motor |
| | Motor speed dimer controller 5 A |
| | Power supply |
| | Box plastik |
| | Pengaduk |
| Alat | Dinamo motor |
| | Proximity |
| | Kabel jumper |
| | Kawat |
| | Baling-baling |
| | Besi siku |
| | Aluminium alloy 2024 |
| Bahan | Cuka |
| | Garam dapur |
| | Plat nikel |

Selanjutnya melakukan pemotongan pada aluminium *alloy* 2024 sesuai dengan standar ukuran ASTM

E8. Dimensi dari ASTM E-8 terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi ASTM E-8

Menyiapkan media larutan elektrolit menggunakan garam, cuka, dan air yang dicampur. Kemudian melakukan pengujian dengan mengalirkan arus listrik pada bagian anoda dan katoda yang sudah terhubung pada logam pelapis (nikel) dan logam utama (aluminium *alloy* 2024). Selanjutnya melakukan variasi besaran tegangan arus listrik 25 V, 35 V, dan 45 V. Selanjutnya dilakukan pengujian uji tarik dan uji kekerasan untuk mengetahui dampak dari perlakuan tersebut.

Hasil dan Pembahasan

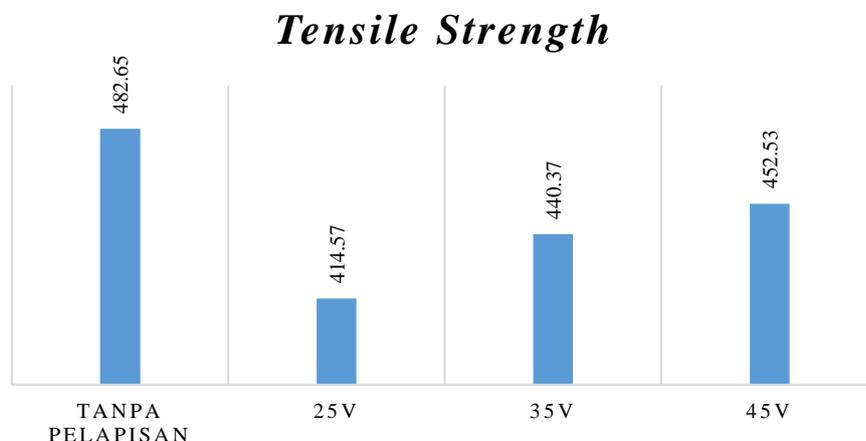
Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik menunjukkan semakin tinggi dari tegangan listrik yang digunakan dapat menaikkan kekuatan tarik dari spesimen. Pada variasi tegangan 25 V kekuatan tariknya 414,57 MPa sedangkan pada tegangan 45 V tegangan 452,53 MPa. Meskipun pada variasi tegangan paling tinggi masih belum mencapai pada variasi tanpa pelapisan dengan nilai 482,65 MPa. Kemudian pada nilai *yield strength* semakin tinggi tegangan arus listrik akan menurunkan nilai *yield*.

Tabel 5. Hasil uji tarik

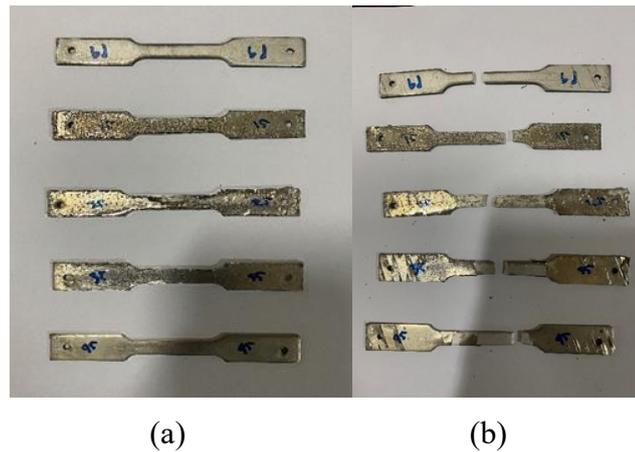
| Variasi | <i>Yield Strength</i> (MPa) | <i>Tensile Strength</i> (MPa) |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Tanpa Lapisan | 384,94 | 482,65 |
| 25 V | 341,87 | 414,57 |
| 35 V | 337,85 | 440,37 |
| 45 V | 334,22 | 452,53 |

Dari Gambar 2 menunjukkan kenaikan kekuatan tarik seiring tingginya tegangan arus listrik yang diberikan pada proses elektroplating. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi tegangan 45 V dan paling terendah pada 25 V.



Gambar 2. Perbandingan uji tarik antar variasi

Pada Gambar 3 terlihat hasil patahan dari spesimen hasil uji tarik, dimana hasil patahan menunjukkan jenis patahan yang getas.



Gambar 3. Hasil patahan dari spesimen (a) sebelum pengujian (b) setelah pengujian Uji Kekerasan

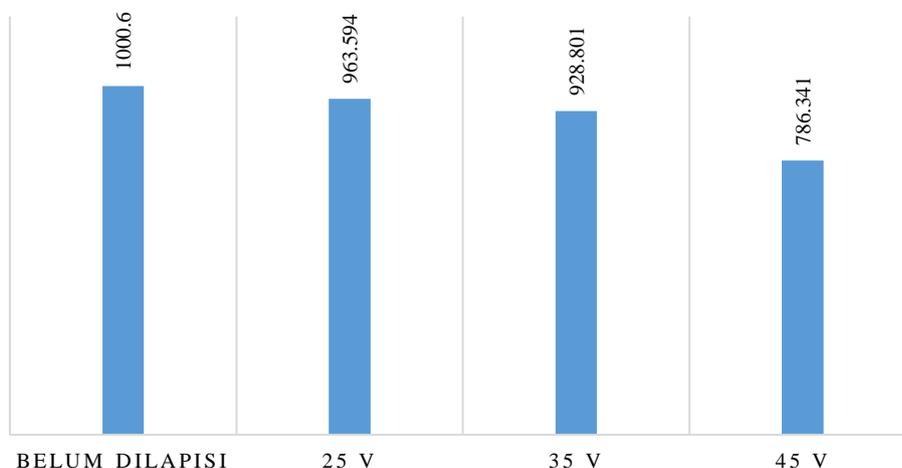
Pada Tabel 6 merupakan hasil uji kekerasan pada variasi tegangan arus listrik, dari hasil pengujian menunjukkan kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi 25 V dengan nilai 963.594. Sedangkan variasi paling tinggi terdapat pada variasi tegangan 45 V dengan nilai 786.341. Dengan demikian semakin tinggi dari tegangan arus listrik akan menurunkan nilai kekerasan.

Tabel 6. Hasil uji kekerasan

| Variasi | Diameter Bola Baja (mm) | Kekuatan (N) | A | B | d (mm) | BHN |
|----------------|-------------------------|--------------|-------|-------|--------|---------|
| Belum Dilapisi | 1 | 306,5 | 257,5 | 554,2 | 0,5934 | 1000,6 |
| 25 V | 1 | 306,5 | 226,5 | 528,2 | 0,6034 | 963,594 |
| 35 V | 1 | 306,5 | 250,5 | 557,2 | 0,6134 | 928,801 |
| 45 V | 1 | 306,5 | 234,5 | 564,2 | 0,6594 | 786,341 |

Pada Gambar 4 menunjukkan penurunan dari hasil uji kekerasan, dimana semakin tinggi dari tegangan arus listrik akan menurunkan nilai uji kekerasan.

BHN(Angka Kekerasan Brinel)



Gambar 4. Perbandingan uji kekerasan antar variasi

Kesimpulan

Dari hasil uji tarik menunjukkan semakin tinggi tegangan arus listrik yang digunakan akan menaikkan nilai kekuatan tarik. Dimana pada spesimen dengan tegangan arus listrik 25 V memiliki nilai kekuatan tarik 414,57 MPa, sedangkan pada tegangan arus listrik 45 V kekuatan tariknya yaitu 452,53 MPa. Namun pada hasil uji kekerasan menunjukkan semakin tinggi dari tegangan arus listrik akan menurunkan nilai kekerasan dari spesimen. nilai kekerasan terendah terdapat pada variasi 45 V dengan nilai 786,341, sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi 25 V dengan nilai 963,594.

Saran

Peneliti selanjutnya dapat melakukan penambahan tegangan arus listrik yang lebih tinggi agar dapat lebih meningkatkan kekuatan tarik dari spesimen, dan dapat melakukan pelapisan menggunakan jenis logam lain.

Daftar Pustaka

- Andinata, Febryan, Fredina Destyorini, Eni Sugiarti, Munasir Munasir, and Kemas A. Zaini T. 2012. "Pengaruh Ph Larutan Elektrolit Terhadap Tebal Lapisan Elektroplating Nikel Pada Baja ST 37." *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)* 2 (2): 48.
- Arief, Bowo Wicaksono. 2010. "Karakteristik Sifat Fisis Dan Mekanis Paduan Al-Cu Perlakuan Aging."
- Basmal, Bayuseno, and Srinugroho. 2012. "Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekasaran." *Rotasi* 14 (2): 23–28.
- Djunaidi, Rita, Siti Zahara N, and Herlangga Yakub. n.d. "Analisa Pengaruh Jarak Katoda Dan Anoda Dalam Proses Elektroplating Aluminium Terhadap Laju Korosi" 4 (2).
- Firmansyah. 2022. "Tensile Test." 2022. <https://www.detch.co.id/tensile-test>. Diakses 10 Juli 2022 (20:00).
- Goa, Yusnita La, Fathurrahman. 2020. "Alat Pelapis Baja Karbon dengan Metode Elektroplating Hard Chrome Untuk Praktik Siswa." *Jurnal Basa*. 1(2): 1-3.
- Jamaludin. 2019. "Pengaruh Ketebalan Menggunakan Nikel Dan Krom Pada Aluminium Alloy 2024," 42–49.
- Junipitoyo, Bambang, Luqman Hakim Al Baihaqy, and Linda Winiasri. 2020. "Pengaruh Heat Treatment Dan Quenching Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Alloy 2024-T3." *Jurnal Penelitian* 5 (1): 1–10.
- Manurung, Charles. 2014. "Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Laju Korosi (Mpy) Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah Dengan Pelapis Nikel," no. 45.
- Mayssara A. Abo Hassanin, Affiifi. 2014. "Electroplating Pada Tembaga." *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5–23.
- Mulle, U. 2011. "Introduction to Structural Aluminium Design. In Introduction to the Mechanics of Deformable Solid." 1-3
- Raharjo, Samsudi. 2010. "Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom."
- Rochman, R, P Hariyati, and C Purbo. 2010. "Karakterisasi Sifat Mekanik Dan Pembentukan Fasa Presipitat Pada Aluminium Alloy 2024 – T 81 Akibat Perlakuan Penuaan." *Mekanika* 8 (2): 165–71.
- Setiawan, Ferry. 2022. "Pengaruh Variasi Waktu Proses Hot Dipping Alumunizing Coating Stainless Steel 304 Terhadap Karakteristik Material Dan Konduktivitas Termal". *Journal Of Mechanical Engineering*, 6 (01): 32–47.
- Sudana, I Made, Ida Ayu, Anom Arsani, I G N Suta Waisnawa. 2014. "Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating Simulation Tool With Metal Coating" 14 (3): 190–98.
- Waris Wibowo, dan Mochammad Noer Ilman. 2011. "Studi Eksperimental Pengendalian Korosi Pada Aluminium 2024-T3 Di Lingkungan Air Laut Melalui Penambahan" 5 (1): 10–16.