

STUDI PERBANDINGAN UJI MATERIAL ALUMINIUM MURNI (Al) DAN PELAPISAN ALUMINIUM MURNI DENGAN PERAK (Ag) MENGUNAKAN METODA ELEKTROPLATING

MATERIAL TEST COMPARISON STUDY OF PURE ALUMINUM (Al) AND PURE ALUMINUM COATING WITH SILVER (Ag) USING ELECTROPLATING METHOD

Aming Sungkowo¹, Trikolos¹, Rosyid Ridlo Al Hakim¹, Slamet Riyadi¹, Yanuar Zulardiansyah Arief^{1,2},
Ariep Jaenul¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta, Indonesia

²Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sarawak,
Malaysia

¹amingsungkowo@student.jgu.ac.id, ²trikolas@student.jgu.ac.id, ³rosyidridlo@student.jgu.ac.id

Abstrak

Elektroplating adalah proses pelapisan permukaan logam dengan metode elektrokimia. Proses penelitian elektroplating menggunakan material aluminium, di mana aluminium adalah material yang mudah didapat, lebih ringan dan murah dibandingkan logam lain. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kemampuan daya arus listrik pada logam Aluminium (Al) yang dilapisi perak (Ag) dengan metode elektroplating, mengetahui pengaruh besarnya arus listrik dan lamanya waktu proses pelapisan terhadap berat aluminium yang terlapisi oleh perak (Ag) dan mengetahui kekuatan logam aluminium setelah diuji menggunakan pengujian *Brinnell*. Metode yang digunakan dengan membandingkan aluminium murni (Al) dan aluminium yang dilapisi oleh perak (Ag) dengan cara elektroplating pada berbagai kuat arus yang berbeda-beda sehingga dapat mengetahui pengaruh dari proses elektroplating. Setelah itu dilakukan pengujian *Brinnell* untuk mengetahui kekerasan material aluminium (Al) setelah dilakukan pelapisan elektroplating. Hasil dari penelitian yaitu besarnya kuat arus yang mengalir pada saat proses elektroplating berbanding lurus dengan tebalnya lapisan elektroplating yang menempel pada permukaan aluminium (Al). Jika proses elektroplating menggunakan arus yang besar, hasil lapisan yang menempel akan terlihat kasar dan tidak halus, lapisan elektroplating juga berpengaruh pada saat pengujian material menggunakan metode *Brinnell test*. Hasil pengujian *Brinnell test* membuktikan nilai kekerasan pada material aluminium (Al) berbanding lurus dengan ketebalan lapisannya.

Kata kunci: elektroplating, kuat arus, pengujian *Brinnell*.

Abstract

Electroplating is the process of coating metal surfaces by electrochemical methods. The electroplating research process uses aluminum material, where aluminum is a material that is easy to obtain, lighter and cheaper than other metals. The purpose of this study was to determine the ability of the electric current to power aluminum (Al) coated with silver (Ag) by the electroplating method, to determine the effect of the magnitude of the electric current and the length of time the coating process took on the weight of aluminum coated with silver (Ag) and to determine the strength of the metal. aluminum after being tested using the Brinnell test. The method used is to compare pure aluminum (Al) and aluminum coated with silver (Ag) by electroplating at different currents so that it can determine the effect of the electroplating process. After that, the Brinnell test was carried out to determine the hardness of the aluminum (Al) material after electroplating was carried out. The results of the study are the amount of current that flows during the electroplating process is directly proportional to the thickness of the electroplating layer attached to the aluminum (Al) surface. If the

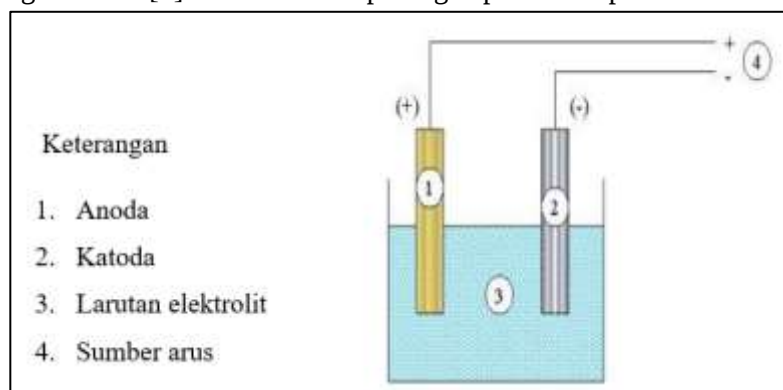
electroplating process uses a large current, the results of the attached layer will look rough and not smooth, the electroplating layer also affects the material testing using the Brinnell method. The results of the Brinnell test prove that the hardness value of the aluminum (Al) material is directly proportional to the thickness of the layer.

Keywords: electroplating, Brinnell test, current.

1. PENDAHULUAN

Elektroplating merupakan salah satu metode dari pelapisan logam yang juga disebut elektrodposisi, yaitu suatu proses pengendapan atau deposisi logam pelindung di atas logam dengan cara elektrolisis [1]. Pemberian lapisan pada suatu benda adalah menambahkan unsur baru dengan tujuan menambahkan kelebihan pada benda tersebut sesuai sifat yang diinginkan [2]. Selain tujuan tersebut, elektroplating juga mampu meningkatkan mutu dan nilai estetika produk. Elektroplating bisa digunakan sebagai sarana untuk mempermudah proses menghantarkan listrik pada sambungan antar logam. Adapun pelapisan logam ditinjau dari sifat elektrokimia bahan pelapisnya, dapat di kategorikan sebagai pelapisan anodik dan pelapisan katodik. Pelapisan anodik di mana potensial listrik logam pelapis lebih anodik terhadap logam dasar atau substrat, sedangkan pelapisan katodik merupakan pelapisan di mana potensial listrik logam pelapis lebih katodik terhadap substratnya [3].

Pemanfaatan elektroplating untuk mempermudah penghantar listrik biasa digunakan untuk konduktor pada *Gas Insulated Switchgear* (GIS). Konduktor pada GIS biasa menggunakan bahan dasar aluminium yang dilapisi perak (Ag) pada ujungnya supaya lebih mudah dalam menghantarkan arus listrik. Proses pelapisan logam dengan cara lapis listrik pada dasarnya merupakan rangkaian dari : arus listrik DC (*Direct Current*), elektroda (anode dan katode), larutan elektrolit dan benda kerja ditempatkan sebagai katode [4]. Skema elektroplating dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema elektroplating.
Sumber: [5].

Saat proses elektroplating terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi di dalamnya agar hasil yang diinginkan baik dan maksimal yaitu beda potensial, rapat arus, ketebalan pelapisan, suhu, konsentrasi larutan dan waktu pelapisan. Ketebalan dari suatu proses pelapisan akan mengurangi kerusakan permukaan pada logam dan mempermudah menghantarkan arus listrik pada logam aluminium yang dilapisi oleh perak. Ketebalan dipengaruhi oleh lamanya proses dan juga seberapa besar tegangan yang diberikan [5]. Oleh karena itu diperlukan penelitian agar masyarakat mengetahui akan metode elektroplating yang sangat bermanfaat dalam proses menghantarkan listrik. Untuk itu penulis akan mencoba dengan eksperimen bahan aluminium murni yang dibandingkan dengan aluminium yang sudah terlapis perak (Ag) melalui metode elektroplating dan kemudian akan di akhiri dengan pengujian *Brinnell* material dengan berbagai variasi kuat arus.

2. DASAR TEORI

2.1 Anode dan Katode

Anode dapat digunakan sebagai bahan pelapis pada proses pelapisan dengan cara listrik. Peranan anode sangat penting dalam menghasilkan kualitas lapisan. Pengaruh kemurnian atau kebersihan anode terhadap elektrolit dan penentuannya optimalisasi ukuran serta bentuk anode perlu dipikirkan atau diperhatikan. Dengan pertimbangan atau perhitungan yang cermat dalam menentukan anode pada proses pelapisan yang memberikan keuntungan, yaitu meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi timbulnya masalah-masalah dalam proses pelapisan. Adanya arus listrik yang mengalir melalui larutan elektrolit di antara kedua elektroda, maka pada anode akan terjadi pelepasan ion logam dan oksigen (reduksi), selanjutnya ion logam dan gas hidrogen diendapkan pada elektroda katode. Peristiwa ini dikenal sebagai proses pelapisan dengan anode terlarut atau *soluble anode*. Tetapi bila anode hanya dipakai sebagai penghantar arus saja atau *conductor current*, anode ini disebut anode tidak larut atau *unsoluble anode*. Dari anode terlarut akan terbentuk ion logam, sewaktu atom logam dioksidasi dan melepaskan elektron-elektron yang sebanding dengan elektron-elektron dari katode. Ion logam direduksi kembali secara kontinu dalam atom logam, selanjutnya diendapkan pada katode. Anode tidak larut adalah paduan dari bahan-bahan seperti baja nikel, paduan timbal timah, karbon, platina titanium [5]. Dalam proses pelapisan elektroplating, katode adalah benda kerja yang akan dilapisi, dihubungkan dengan kutub negatif dari sumber arus listrik. Dua buah pelat logam merupakan anode dan katode dihubungkan pada kutub positif dan negatif terminal sumber arus searah (DC) [6].

2.2 Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam, basa, dan garam logam yang dapat membentuk ion-ion positif. Tiap jenis pelapisan, larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Larutan elektrolit selalu mengandung garam dan logam yang akan dilapis. Oleh karena itu, garam-garam tersebut sebaiknya dipilih yang mudah larut, tetapi anionnya tidak mudah tereduksi. Larutan yang bersifat basa (alkali) yang banyak digunakan pada proses lapis listrik adalah garam kompleks sianida, karena sianida (sianida bebas) kompleks terdekomposisi oleh asam. Elektrolit adalah zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada dasarnya elektrolit yang dipergunakan dalam bentuk larutan asam/basa dicampur dengan air murni [7].

2.3 Sumber Arus

Proses pelapisan dengan listrik dapat berlangsung, apabila ada sumber arus searah. *Rectifier* merupakan peralatan yang banyak digunakan pada proses pelapisan listrik, karena berfungsi sebagai arus searah (*direct current*) atau DC dan berfungsi menurunkan tegangan [8]. Arus bolak-balik dari sumber listrik akan diturunkan tegangannya melalui trafo, tegangan yang sudah diturunkan lalu diserahkan dengan menggunakan diode pada sistem *bridge stone*. Pada saat *rectifier* sudah cukup efisien. Hal ini karena amperemeter, tahanan variabel terletak satu kesatuan dalam satu rangkaian [6].

2.4 Elektroplating

Ditemukan penelitian mengenai pengaruh waktu terhadap kualitas *coating* yang dilapiskan terhadap material tembaga. Dan pada data memberikan gambaran tentang kenaikan tebal *coating*, dan juga tingkat kecerahan material pada saat elektroplating bertambah. Ketika waktu proses

ditambah lama, kecerahan material yang dihasilkan akan semakin menurun [5]. Jarak anode-katode jelas mempengaruhi tebal lapisan nikel yang dibuat. Dalam eksperimen ini, ketebalan tertinggi ditunjukkan pada sampel dengan jarak anode-katode terdekat (10 cm) yaitu sebesar 30 μm . Walaupun demikian, keseragaman tebal lapisan nikel pada sampel ini sangat timpang sehingga menghasilkan lapisan yang sangat kasar. Sementara, lapisan nikel yang lebih tipis namun seragam ditunjukkan oleh sampel 2 dan sampel 3 dengan jarak anode-katode 15 cm dan 20 cm [9]. Elektroplating akan memberikan hasil lapisan permukaan yang merata di bagian permukaan dengan hasil yang baik, karena adanya pengecekan yang akurat yang dapat dilakukan pada semua proses. Selain itu tidak ada perlakuan panas pada material yang akan dilapisi sehingga tidak ada risiko kerusakan sifat mekanik material tersebut. Elektroplating juga merupakan salah satu teknik pelapisan yang mudah dikerjakan, sederhana dan ekonomis, tetapi akan menghasilkan produk yang memuaskan [10].

Material tembaga adalah salah satu logam yang mempunyai sifat lunak dan juga ulet, oleh karena itu, tembaga akan lebih mudah diendapkan oleh material lainnya yang mempunyai daya gerak listriknya lebih tinggi dibandingkan tembaga. Pelapisan elektroplating material tembaga pastinya akan lebih mudah diproses dan larutan elektrolitnya juga akan lebih mudah dicek dan dikontrol [11]. Material untuk jenis aluminium (Al) biasanya memiliki sifat mekanis yang baik dan juga bergantung pada perlakuan panas dari material. Selain itu aluminium murni (Al) mempunyai kekuatan tarik yang sedang, mudah dibentuk dan mempunyai kemampuan lasnya sangat baik. Oleh karena sifat mekaniknya yang baik aluminium 6061 banyak digunakan pada konstruksi kapal, rangka bangunan, bahan untuk pesawat terbang, kaleng susu dan juga kemasan makanan atau velg kendaraan [12]. Logam aluminium (Al) banyak digunakan sebagai bahan pada banyak komponen karena mempunyai sifat-sifat unggul, diantaranya ringan, kekuatan tinggi dan ulet, mudah di fabrikasi [13].

3. MATERIAL DAN METODOLOGI

3.1 Material Aluminium (Al)

Material aluminium yang digunakan adalah material aluminium murni tanpa lapisan elektroplating, dengan ukuran diameter 40 mm dan tebal 4 mm, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Aluminium (Al) murni

3.2 Konsentrasi Larutan Kimia

1. Larutan *Alkali Washing*

Temperatur larutan *Alkali Washing* sekitar 40°C dan merupakan cairan yang berfungsi untuk membersihkan material dari kotoran yang menempel, seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Larutan *Alkali Washing*

2. Larutan *Acid Clean*

Larutan *Acid Clean* berfungsi untuk membersihkan senyawa basa yang menempel pada material, seperti pada Gambar 4.

Gambar 4. Larutan *Acid Clean*

3. Air

Pada proses pembilasan ini, bak air tidak terisi air seperti pada proses kedua. Tapi pada proses pembilasan ini air di guyurkan pada material, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Air diperlukan untuk diguyurkan pada material

4. Larutan *Zink Deep*

Larutan *Zink Deep* mempunyai konsentrasi larutan sebagai berikut: 2NO 68–77 g/L dan NaOH 350–530 g/L. Larutan *Zink Deep* berfungsi sebagai pengikat, seperti pada Gambar 6.

Gambar 6. Larutan *Zink Deep*

5. Larutan *Cu Plating* (Tembaga)

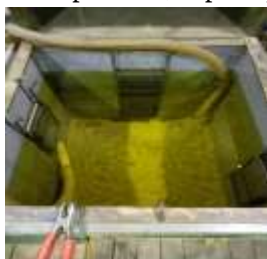
Cu Plating mempunyai fungsi sebagai lapisan tembaga pada aluminium (Al), seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Larutan *Cu Plating*

6. Larutan *Ag Strike*

Konsentrasi larutan pada *Ag strike* merupakan proses pelapisan awal dengan mengalirkan tegangan tinggi pada material selama beberapa detik, seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Larutan *Ag Strike*

7. Larutan *Ag Plating*

Pada larutan ini konsentrasi *Ag plating* adalah f-KCn sebesar 90-100 g/L. Pada proses *Ag plating* ini merupakan proses pelapisan perak dengan memanfaatkan acuan kuat arus dan waktu, untuk mencapai tebal *plating* yang diinginkan, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Larutan *Ag Plating*

3.3 Rectifier

Rectifier adalah alat untuk memberikan arus DC ke material pada saat diproses *plating*. Penggunaan *rectifier* ini bisa tergantung keinginan untuk diatur pada arus yang diinginkan, seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. *Rectifier*

3.4 Tang Ampere

Tang Ampere digunakan untuk menghitung arus masuk saat proses *plating*, juga untuk mengetahui besar kecilnya arus merambat melalui material *plating*, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tang Ampere

3.5 Thickness Tester

Alat ini digunakan untuk mengukur ketebalan *plating* yang menempel pada material setelah proses *plating* selesai. *Thickness Tester* ini harus melalui kalibrasi agar hasil *plating* yang menempel pada material dapat diukur secara akurat, seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Thickness Tester

3.6 Pengujian Logam

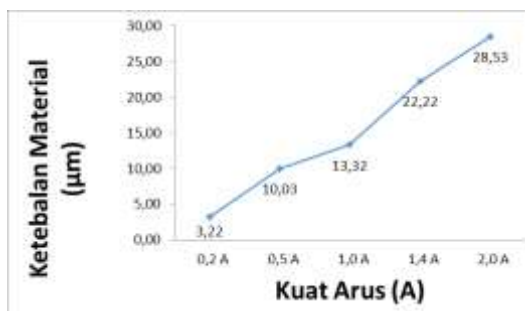
Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material [14]. Pada proses pengujian material penulis mengambil salah satu metode pengujian yaitu metode *Brinnell test*. Di samping metode *Brinnell* yang paling efektif dalam menguji material, metode *Brinnell* juga mudah digunakan dan hasil pengujiannya akan cepat terbaca hasilnya. Prinsip kerja metode *Brinnell* adalah dengan menekan indenter selama 30 detik, kemudian diameter hasil indentasi bisa diukur dengan menggunakan mikroskop optik. Diameter harus dihitung dua kali pada sudut tegak lurus yang berbeda, kemudian diratakan. Apabila menggunakan *Brinnell* yang otomatis, cukup menekan indenter selama 30 detik, kemudian hasilnya sudah bisa terlihat dimonitor alat pengukuran. Uji kekerasan *Brinnell* dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas serta variasi pendinginan terhadap nilai kekerasan dan spesimen asli yang diuji [15].

Angka kekerasan *Brinnell* (BHN = *Brinnell Hardness Number*) atau lebih dikenal BH. Untuk bola uji standar berdiameter 10 mm, pada pengujian *Brinnell* dapat juga digunakan indenter dengan ukuran yang lebih kecil, misalnya dengan indenter dengan diameter 5 mm ataupun yang lebih kecil lagi. Sedangkan untuk rentan beban uji yang dapat digunakan pada pengujian *Brinnell* adalah 1 hingga 3000 kgf, dan menggunakan waktu penerapan beban antara 10 sampai 15 detik untuk besi dan baja, dan untuk logam yang bersifat lunak sesedikitnya menggunakan waktu penekanan selama 30 detik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

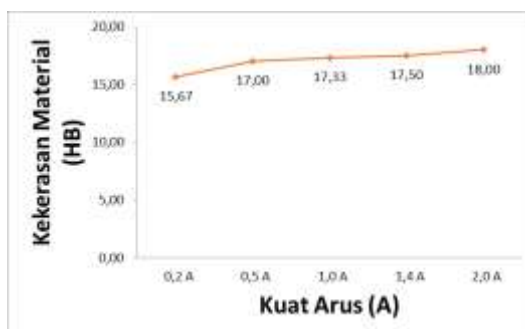
Dari hasil pengujian Aluminium yang telah dilapisi perak (Ag) menggunakan metode elektroplating dengan variasi kuat arus, diperoleh data perbandingan terhadap ketebalan material

dengan kuat arus yang ditentukan sangat tergantung pada ketebalan materialnya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 13 untuk mengetahui perbandingan ketebalan material dengan kuat arus yang ada.



Gambar 13. Perbandingan Ketebalan Material dengan Kuat Arus

Berdasarkan Gambar 13, dapat dilihat bahwa pelapisan yang dihasilkan akan terus bertambah tebal, diakibatkan dengan kuat arus yang semakin besar. Pada arus 0,2 ampere ketebalan 3,22 μm, untuk arus 0,5 ampere ketebalan 10,03 μm, untuk arus 1 ampere ketebalan 13,32 μm, untuk arus 1,4 ampere ketebalan 22,22 μm dan untuk arus 2 ampere ketebalan 28,53 μm. Gambar 14 menunjukkan perbandingan kekerasan material dengan variasi kuat arus.



Gambar 14. Perbandingan Kekerasan Material dengan Kuat Arus

Berdasarkan Gambar 14, menunjukkan bahwa kekerasan material uji akan semakin bertambah keras, diakibatkan karena pengaruh lapisan *plating* yang melapisi material semakin tebal dan juga arus yang digunakan semakin besar juga. Pada arus 0,2 ampere kekerasan material 15,67 HB, pada arus 0,5 ampere kekerasan material 17,00 HB, pada arus 1 ampere kekerasan material 17,33 HB, pada arus 1,4 ampere kekerasan material 17,50 HB dan pada arus 2 ampere kekerasan material 18,00 HB.

5. KESIMPULAN

Saat proses elektroplating, kuat arus yang digunakan mempengaruhi ketebalan lapisan *plating* (berbanding lurus dengan besar arus listrik yang digunakan), semakin besar arus yang digunakan, semakin tebal lapisan *plating* yang menempel pada material, selain itu lamanya waktu yang digunakan saat proses elektroplating juga mempengaruhi ketebalan lapisan *plating*. Pada material aluminium (Al) yang sudah terlapisi lapisan *plating* akan semakin mengeras terutama pada permukaan materialnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Azhar, *Electroplating teknik pelapisan logam dengan cara listrik*. Bandung: Yrama Widia, 2014.
- [2] P. H. Assegaff Musa, "Pengaruh Tegangan Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekasaran Lapisan," *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, vol. 13, no. 2, pp. 19–24, 2017.
- [3] S. Sugiyarta, A. P. Bayuseno, S. Nugroho, "Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekasaran," *Rotasi*, vol. 14, no. 2, pp. 23–28, 2012.
- [4] I. Ansari, B. Indrawijaya, F. Nurohmawati, and I. Zakaria. "Pengaruh Waktu dan Luas Permukaan terhadap Ketebalan Produk Pada Elektroplating ACID ZINC." *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [5] I. Suarsana, "Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan," *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 3, no. 1, 2008.
- [6] D. Topayung, "Effect of Electric Current and Process Time in The Thickness and Mass Layer Formed on Electroplating Steel Plates," *J. Ilm. Sains*, vol. 11, no. 1, pp. 97–101, 2011.
- [7] R. Abdul and A. Budi, "Analisis pengaruh temperatur, waktu, dan kuat arus proses elektroplating terhadap kuat tarik, kuat tekuk dan kekerasan pada baja karbon rendah," *Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173–182, 2018.
- [8] A. Mappa, S. Rumlatur, and M. Mambrisaw, "Sistem Kontrol Konveyor Pemilah Logam Menggunakan PLC Omron CP1E," *Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 282–289, Nov. 2020, doi: 10.32531/JELEKN.V6I2.267.
- [9] D. Antonius, K. Turnip, D. Purba, and I. Ambarita, "Pengaruh jarak antar Katoda-Anoda pada Elektroplating terhadap tebal , korosi , dan juga interphase Lapisan Nikel," *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan IX - 2018*, vol. 2018, pp. 3–6, 2018.
- [10] I. Saefuloh and M. G. Winisuda, "Studi Analisa Kuat Arus Proses Elektroplating dengan Pelapis Nikel Cobalt Terhadap Kekerasan, Ketahanan Korosi, dan Penambahan Tebal Baja Karbon Rendah St 41," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, pp. 42–47, 2017.
- [11] A. T. Mulyadi, "Pengaruh Variasi Waktu Elektroplating Tembaga , Nikel dan Tembaga – Nikel – Ferro Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah," *Skripsi*, Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2018.
- [12] S. Gunawan, "Efek Perlakuan Panas Aging Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Impak Paduan Aluminium Aa 514.0," *Traksi*, vol. 16, no. 1, pp. 42–50, 2016.
- [13] R. D. Andayani, S. Z. Nuryanti, R. Afriany, and A. Rais, "Analisa Pengaruh Jarak Katoda dan Anoda Dalam Proses Elektroplating Aluminium Terhadap Ketebalan Lapisan," *Tek. J. Tek.*, vol. 3, no. 2, p. 142, 2017, doi: 10.35449/teknika.v3i2.47.
- [14] B. Hasan, "Uji Material Aluminium Paduan dengan Metode Kekerasan Rockwell," *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 1, no. 11, pp. 951–952, 2020.
- [15] S. Kirono and A. Julianto, "Analisa Sifat Karakteristik Blok Silinder Liner Bahan Aluminium Silikon." *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, 2008.