

Rancang Bangun Alat Elektroplating Nikel Pada Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)

Dwita Elma¹, Daddy Budiman^{2*}, Ichlas Nur³

¹²Teknik Manufaktur, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

³Teknik Mesin, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

corresponden author: daddy@pnp.ac.id

Abstract

The background of this study lies in the need for metal coating technology on non-conductive plastics, which are widely applied in automotive, electronics, and household industries. Electroplating was selected because it improves the mechanical strength, corrosion resistance, and aesthetic value of ABS surfaces. The research method included designing the plating table frame, fabricating electrolyte solution containers, installing the electrical system, and testing the plating process through pretreatment, electroless plating, and electroplating stages. The results indicate that the designed electroplating device functions properly, as evidenced by the successful deposition of nickel on ABS specimens after appropriate processing steps. The nickel layer demonstrated good adhesion and provided a shinier surface compared to the initial condition. Therefore, this device can be utilized as a practical tool for learning, research, and further development of metal coating technology on non-conductive plastics.

Keywords: *Electroplating, Nickel, ABS Plastic, Design and Development, Nickel Coating*

Abstrak

Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan akan teknologi pelapisan logam pada plastik non-konduktif yang banyak digunakan pada industri otomotif, elektronik, dan peralatan rumah tangga. Proses elektroplating dipilih karena mampu meningkatkan kekuatan mekanik, ketahanan korosi, serta nilai estetika permukaan plastik ABS. Metode penelitian meliputi perancangan kerangka meja elektroplating, pembuatan box penampung larutan elektrolit, instalasi sistem kelistrikan, serta pengujian proses pelapisan melalui tahapan pretreatment, electroless plating, dan elektroplating. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat elektroplating yang dirancang dapat berfungsi dengan baik, ditunjukkan dengan keberhasilan pelapisan nikel pada spesimen ABS setelah melalui tahapan proses yang sesuai. Lapisan nikel yang dihasilkan memiliki daya lekat yang baik serta memberikan tampilan permukaan lebih mengkilap dibandingkan kondisi awal. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran, penelitian, maupun pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pelapisan logam pada plastik non-konduktif.

Kata Kunci: Elektroplating, Nikel, Plastik ABS, Rancang Bangun, Pelapisan Nikel

Diterima Redaksi : 08-09-2025 | Selesai Revisi : 04-10-2025 | Diterima : 05-10-2025

1. Pendahuluan

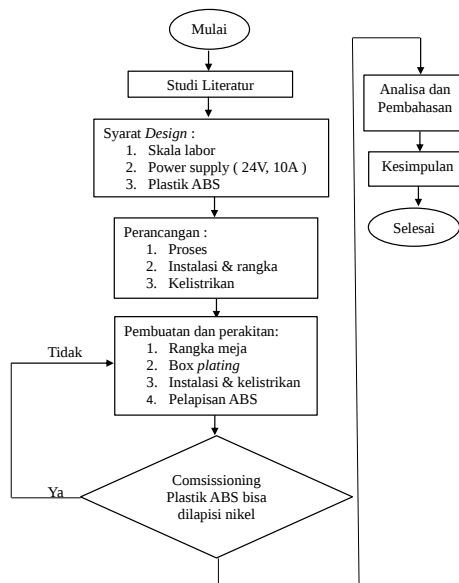
Plastik ABS memiliki karakteristik kekuatan mekanik yang baik, ketahanan terhadap benturan, serta kestabilan dimensi, sehingga banyak diaplikasikan pada komponen otomotif, peralatan elektronik, hingga peralatan rumah tangga. Pada industri otomotif penggunaan plastik ABS pada kendaraan, menunjukkan data tahun 2021 sekitar 5% - 15%[1], pada industri elektronika menurut data tahun 2021 sekitar 26,7%[2], dan pada peralatan rumah tangga menurut data tahun 2021, sekitar 42,2% dari total konsumsi ABS digunakan untuk peralatan rumah tangga[3], sekitar 40% untuk peralatan dapur pada tahun 2023[4].

Meskipun permukaan plastik ABS bersifat non-konduktif dan memiliki penampilan yang kurang sesuai untuk aplikasi tertentu yang menuntut kekuatan tambahan, konduktivitas, serta nilai estetika tinggi seperti tampilan logam. Oleh karena itu, diperlukan proses pelapisan permukaan atau metalisasi, salah satunya dengan metode elektroplating. Elektroplating adalah proses pelapisan logam secara elektrolisis, di mana ion logam dalam larutan elektrolit diendapkan pada permukaan benda kerja dengan arus listrik searah (DC), proses ini diawali dengan pretreatment untuk mengaktifasi permukaan plastik agar dapat menghantarkan arus dan menerima endapan logam.[5]

Elektroplating nikel pada plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) adalah proses pelapisan logam yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik, ketahanan korosi, dan estetika permukaan. Teknologi ini dikenal sebagai Plating on Plastic (POP). Karena ABS bersifat isolator, permukaannya harus diaktifkan terlebih dahulu melalui proses etching dan electroless plating untuk menciptakan permukaan konduktif sebelum elektroplating dilakukan[6].

2. Metodologi

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. diagram alir

2.2 Alat dan Bahan

A. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bak plating
2. Bak pembersih
3. Amplas
4. Stopwatch
5. Supply power
6. Heater
7. Meja praktikum

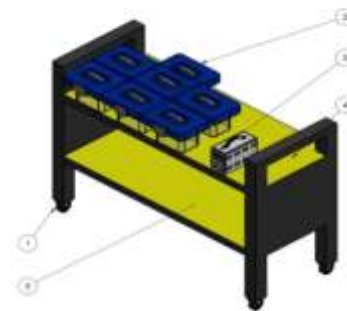
B. Bahan

1. Spesimen uji : plastik ABS dengan ukuran $3 \times 2,5$ cm.
2. Larutan soak cleaning : Sodium karbonat (Na_2CO_3), Trisodium fosfat (Na_3PO_4), aquades.
3. Larutan chemical etching : asam kromat, asam sulfat, aquades.

4. Larutan netralisasi : asam khlorida, aquades
5. Larutan katalisasi : palladium, asam khlorida, aquades.
6. Larutan akselerasi : Asam klorida (HCl), aquades.
7. Larutan electroless plating nikel : Nikel sulfate (NiSO_4), Sodium hypophosphite (NaH_2PO_2), aquades
8. Larutan elektroplating tembaga : copper sulfat, asam sulfat, asam khlorida, brightener AC-01, aquades.
9. larutan elektroplating nikel : nikel sulfat, nikel klorida, asam boric, brightener, aquades

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rangka Alat



Gambar 2. alat elektroplating

Nama komponen – komponen utama pada alat pelapis nikel pada plastik ABS dengan metode elektroplating dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. nama komponen

No	Nama Komponen
1	Rangka meja
2	Box plating
3	Power supply
4	Alas Meja atas
5	Alas meja bawah

Prinsip kerja alat pelapis nikel pada plastik ABS dengan metode elektroplating, yaitu sebelum melakukan proses pretreatment dan elektroplating dilakukan proses pengamplasan yang bertujuan agar benda kerja bebas dari kotoran, minyak atau lemak dan meningkatkan kekasaran pada permukaan benda kerja. Setelah itu dilanjutkan benda uji dicelupkan pada box plating. Power supply dengan dengan arus DC akan mengalirkan arus menuju ke elektroda yaitu anoda (pelapis) dan katoda (benda uji), sehingga

terjadilah perpindahan muatan ion positif ke elektroda yaitu katoda (benda uji), ion bermuatan positif akan berpindah ke arah elektroda bermuatan positif. Sedangkan ion – ion tersebut di netralisir oleh kedua elektroda dan larutan yang dihasilkan akan diendapkan pada elektroda katoda, hasil yang terbentuk adalah lapisan nikel yang melindungi seluruh permukaan benda uji.

1. Perhitungan dan Pemilihan Material Alat yang dirancang

A. Box penampung larutan

Pada pemilihan material box penampung larutan elektrolit, material yang digunakan berbahan plastik polimer sintesis. Polimer sintesis yaitu polimer yang disintesis dari monomer-monomernya dalam reaktor polimer.



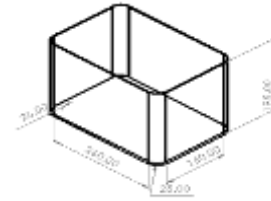
Gambar 3 box penampung

Larutan elektrolit yang digunakan dapat dilihat pada dibawah ini :

Tabel 2.larutan massa jenis

Pelapisan	Larutan	Massa Jenis
Nikel	Soak Cleaning	0,0866 g/cm ³
	etsa/etching	00694 g/cm ³
	Netralisasi	0,087 g/cm ³
	Aktivasi/katalisasi paladium	0,00375 g/cm ³
	Akselerasi	0,0918 g/cm ³
	Electroless plating nikel	0,0968 g/cm ³
	elektroplating tembaga	0,099 g/cm ³
	elektroplating nikel	0,2082 g/cm ³

Dalam menentukan ketahanan permukaan bawah dari bak penampung agar tidak jebol/ rusak ketika pengangkatan, maka harus dipilih larutan dengan massa jenis terberat. Pada tabel 4.1.2 diketahui massa jenis terberat adalah larutan elektroplating nikel dengan massa jenis sebesar 0,2082 g/cm³ dan volume bak penampung yang diisi sebesar 2 liter.



Gambar 4. volume box penampung

Maka dapat dihitung ketahanan box penampung sebagai berikut :

$$m = \rho \times V$$

$$= 0,2082 \text{ gr/cm}^3 \times 2 \text{ liter}$$

$$= 0,4164 \text{ kg}$$

$$w = m \times g$$

$$= 0,4164 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 4,081 \text{ N}$$

$$F = w$$

$$= 4,081 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{4,081 \text{ N}}{0,31 \text{ m} \times 0,21 \text{ m}}$$

$$= 62,7 \text{ N/m}^2$$

$$= 6,27 \times 10^1 \text{ N/m}^2$$

Material wadah box penampung yang digunakan adalah material berbahan plastik polimer *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan tegangan izin sebesar $37 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Sehingga perbandingan material plastik yang terjadi dengan izin plastik dituliskan dengan pertidaksamaan berikut :

$$6,27 \times 10^1 \text{ N/m}^2 > 37 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan, bahwa box penampung aman dari kerusakan ketika proses pengangkatan box penampung, sehingga box penampung tidak akan pecah/ jebol.

B. Rangka Meja

Dalam perancangan alat elektroplating diperlukan meja sebagai penumpu atau tempat box plating yang akan diletakan, sehingga rangka meja diperlukan perhitungan beban statis. Berikut untuk menghitung total beban :

total beban nya adalah 19 kg.

$$F = m \cdot g$$

$$= 19 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N/kg}$$

$$= 186,39 \text{ N}$$

Menghitung A – beban tepat ditengah
 ($\chi = L/2, y = B/2$)

$$R_A = R_B = R_C = R_D = \frac{F}{4} \\ = \frac{186,39}{4} \\ = 46,60 \text{ N}$$

Menghitung B – asimetris : $\chi = 0,80$
 m, $y = 0,20$ m

Jadi $P \times L = 1,50 \text{ m} \times 0,60 = 0,90 \text{ m}^2$

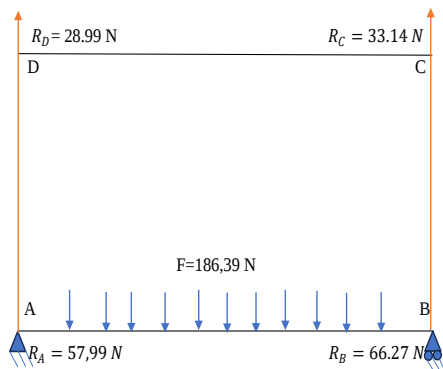
Substitusikan :

$$R_A = \frac{186,39 \cdot \frac{(1,50 - 0,80)(0,60 - 0,20)}{0,90}}{57,99 \text{ N}}$$

$$R_B = \frac{186,39 \cdot \frac{0,80 \cdot (0,60 - 0,20)}{0,90}}{66,27 \text{ N}}$$

$$R_C = 186,39 \cdot \frac{0,80 \cdot 0,20}{0,90} = 33,14 \text{ N}$$

$$R_D = \frac{186,39 \cdot \frac{(1,50 - 0,80)0,20}{0,90}}{28,99 \text{ N}}$$



C. Anoda dan Katoda

Beberapa pertimbangan Pemilihan material anoda dan katoda dalam elektroplating nikel pada plastik ABS sebagai berikut :

- Kestabilan Kimia**
 Material harus tahan terhadap reaksi kimia dalam larutan elektrolit nikel.
- Kompatibilitas dengan Larutan Elektrolit**
 Anoda harus mampu melarutkan ion logam (Ni^{2+}) secara efektif ke dalam larutan. Katoda (dalam hal ini plastik ABS yang sudah diaktivasi) harus bisa menarik ion nikel ke permukaannya untuk membentuk lapisan yang baik.
- Efisiensi Proses**
 Anoda nikel aktif mendukung pengisian ion nikel yang stabil selama proses plating.
- Kemurnian Material**
 Semakin murni material anoda (misalnya nikel $\geq 99\%$), semakin rendah kemungkinan pengotor atau reaksi samping. Ini penting

agar lapisan nikel yang dihasilkan bersih, kuat, dan mengkilap.

e) Ketersediaan dan Biaya

Material yang mudah didapat dan ekonomis seperti pelat nikel atau screen nikel standar industri sering dipilih. Untuk katoda, plastik ABS dipilih karena murah, ringan, dan mudah dibentuk.

f) Kemudahan Pengolahan dan Perawatan

Material anoda harus mudah dipasang dan diganti bila sudah aus. Material katoda (plastik ABS) harus tahan terhadap perlakuan kimia pada tahap pra-treatment dan plating.

3.2 Proses Pembuatan Alat

1. Komponen Alat

a. Rangka Meja

Alat elektroplating yang dirancang, memiliki beberapa komponen. Ada komponen yang dibuat dan ada komponen yang dibeli. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini adalah komponen alat elektroplating.

Tabel 3. komponen alat

No	Komponen dibuat	Komponen dibeli
1	Rangka Meja	Power Supply
2	Alas Atas	Box Plating
3	Alas Bawah	Aerator dan Heater

Rangka dibuat menggunakan besi hollow dengan ukuran 40×80 , 50×20 , dan 20×20 dengan ketebalan 2 mm. Besi hollow dibentuk menjadi rangka dengan ukuran $1500 \times 600 \times 1000$ mm, jika dibuat lebih spesifik pemotongannya, seperti berikut:

- 1) Besi hollow 50×20 mm sepanjang 1340 mm
- 2) Besi hollow 40×80 mm sepanjang 600 mm
- 3) Besi hollow 40×80 mm sepanjang 1000 mm
- 4) Besi hollow 20×20 mm sepanjang 400 mm
- 5) Besi hollow 20×20 mm sepanjang 600 mm



Gambar 5. pemotongan besi hollow

Setelah selesai dipotong, rangka disambung dengan cara pengelasan agar menjadi bentuk rangka sesuai rancangan seperti gambar dibawah ini



Gambar 6. hasil pengelasan rangka

Setelah selesai di las, rapikan sisa pengelasan dengan gerinda agar tampak lebih rapi.



Gambar 7. rangka meja

b. Alas atas dan bawah

Alas meja digunakan sebagai penutup rangka meja yang akan menjadi tempat box plating berdiri untuk proses elektroplating, alas atas dan bawah menggunakan bahan triplek agar menyerap panas dan tahan korosi. Untuk dimensi triplek alas dan bawah di potong dengan ukuran 1340×600 mm dengan tebal triplek 6 mm.



Gambar 8. pemotongan plat

c. Finishing

Tahap *finishing* merupakan tahap akhir dalam pembuatan alat elektroplating, yang bertujuan untuk menyempurnakan alat baik dari segi tampilan hingga segi fungsional.



Gambar 9. meja elektroplating

3.3 Instalasi Sistem Elektroplating

Adapun komponen utama yang digunakan dalam instalasi sistem elektroplating sebagai berikut:

a) Catu daya (power supply)

Catu daya (power supply) berfungsi sebagai sumber arus searah (DC) yang dibutuhkan dalam proses elektroplating. Tegangan yang digunakan sesuai dengan pelapisan elektroplating nikel, dengan 2 - 4 Volt, arusnya 0.3, 0.8, dan 1 Ampere. Pada proses elektroplating pengaruh rapat arus pada pelapisan sangat mempengaruhi ketebalan lapisan. Material yang digunakan adalah plastik ABS yang berukuran 3 cm × 2,5 cm dengan ketebalan 2 mm. Kuat arus yang digunakan sebesar 0.3, 0.8, dan 1 Ampere.

b) Elektroda (Anoda dan Katoda)

Elektroda terdiri atas 2 yaitu:

- 1) Anoda, menggunakan pelat logam tembaga dan nikel yang akan terlarut dalam larutan elektrolit yang mengendap ke permukaan benda kerja.
- 2) Katoda, menggunakan plastik ABS yang telah melalui proses pretreatment dan aktivasi sehingga dapat menghantarkan listrik dan menerima ion logam.

c) Sistem koneksi kabel

Sistem koneksi kabel menggunakan konduktor tembaga berisolasi yang menghubungkan catu daya (power supply) dengan elektroda anoda dan katoda. Sambungan harus stabil dan kuat untuk menghindari lonjakan arus atau korsleting.

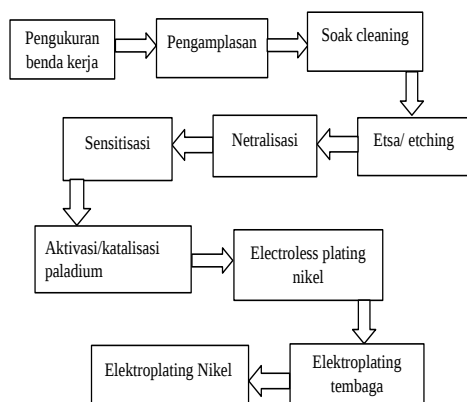
d) Box *plating*

Box *plating* berfungsi sebagai wadah larutan elektrolit, anoda dan katoda serta memastikan proses elektroplating berjalan maksimal. Material box terbuat dari plastik tahan bahan kimia agar tidak bereaksi dengan larutan, berukuran 120 mm × 175 mm × 37 mm.

e) Sistem pemanas (water heater) dan pengontrol suhu (thermostat)
Beberapa larutan elektroplating nikel memerlukan suhu yang optimal sekitar 55 – 90 °C agar ion nikel lebih mudah bekerja dan menempel pada permukaan benda kerja.

3.4 Pengujian Alat Elektroplating

Sebelum melakukan proses pelapisan, persiapkan terlebih dahulu benda kerja yang akan digunakan dalam proses pengujian. Adapun langkah – langkah pengujian sebagai berikut:



4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem elektroplating nikel pada plastik ABS, maka dapat disimpulkan hal – hal berikut :

- Alat elektroplating proses pelapisan nikel pada plastik ABS dengan komponen – komponen utama, yaitu rangka meja berbahan besi hollow ukuran 50×20, 40×80, dan 20×20 dengan ketebalan 2 mm dengan material ST - 37, rangka meja berdimensi 1500 mm × 600 mm × 1000 mm. Box plating berbahan plastik polimer berukuran 310 mm × 210 mm x 195 mm.
- Instalasi sistem elektroplating untuk pelapisan nikel pada plastik ABS melibatkan perencanaan dengan komponen utama agar prosesnya efisien. Komponen utama yang digunakan adalah catu daya (power supply) yang arus searah 24 Volt dan 10 Ampere, elektroda terdiri dari anoda yang menggunakan logam tembaga dan nikel, serta katoda dari plastik ABS yang dapat menghantarkan listrik, koneksi kabel menggunakan konduktor tembaga berisolasi untuk menghubungkan catu daya dengan elektroda, box plating sebagai wadah larutan elektrolit, anoda, dan katoda, terbuat dari plastik tahan bahan kimia, sistem pemanas dan pengontrol suhu untuk menjaga suhu optimal 55 – 90 °C agar ion nikel dapat berkerja dengan baik.
- Langkah – langkah pengujian elektroplating nikel pada plastik ABS adalah mengukur benda kerja → amplas → soak cleaning → etsa/etching → netralisasi → sensitisasi → aktivasi/katalisasi palladium → electroless plating nikel → elektroplating tembaga → elektroplating nikel.

Daftar Rujukan

- A2MAC1, “The average percentages and weights of plastics in the A2MAC1 for the years that the data were available,” 2020.
- Y. Polymer, “Analysis and Forecast of Global ABS Supply and Demand in Recent Years,” 2023.
- Y. Polymer, “Analysis and forecast of global ABS supply and demand in recent years,” 2021.
- V. Market, “Plastics in kitchen Appliances Market Size, SWOT, Market Share & Forecast 2032,” 2023.
- E. Budiyanto, D. A. Setiawan, H. Supriadi, and K. Ridhuan, “Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Efisiensi Katoda Baja Aisi 1020,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 21–29, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.115.
- J. et Al, “Plating on acrylonitrile - butadiene - styrene (ABS) plastic: a review,” *J. Mater. Sci.*, vol. 51, 2016.
- A. Setiawan, “Pengaruh Parameter Proses terhadap Hasil Elektroplating Nikel pada Plastik ABS,” *Tek. Mesin*, vol. 5(2), pp. 45–52, 2018.
- F. Fogiel, “Electrolysis as a Non-Spontaneous Redox Reaction: Principles and Applications,” *Electrochem. J.*, vol. 10(3), pp. 112–120, 2002.
- I. M. Sudana, I. Ayu, A. Arsani, I. G. N. S. Waisnawa, J. Teknik, and P. N. Bali, “Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating Simulation Tool With Metal Coating,” vol. 14, no. 3, pp. 190–198, 2014.
- H. P. dan M. D. Dergo Nurhadi, “Pengaruh Suhu Injection Moulding Terhadap Minimalisasi Sink Marks Pada Material Limbah Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs),” *Maj. Ilm. Momentum*, vol. 16(1), pp. 41–46, 2020.
- I. S. Hadi, *Teknologi Bahan Lanjut*. Andi Offset, Yogyakarta, 2018.
- W. R. Budiana, B., Situmorang, C. B., Maulidiah, H. M., & Puspita, “Effect of Current, Voltage, Temperature and Time Variations on Thickness of Steel Using Electroplating Process,” *Integrasi*, vol. 15(2), pp. 97–103, 2023.
- et al Boumendjel, S., “Effect of Current Density on the Microstructure and Morphology of the Electrodeposited Nickel Coatings,” *Mater. Sci. Eng.*, 2022.
- et al Sudarsono, A., Aminur, I., “Effect of Current Density on Hardness of Low Carbon Steel Electroplated by Copper, Nikel and Copper-Nikel,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, p. 797, 2020.
- George O. Mallory dan Jean B. Hajdu, *Electroless Plating: Fundamentals and Applications*. American Electroplaters and Surface Finishers Society (AESF), 1990.