

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI
ELEKTROPLATING DENGAN BAHAN PELAPIS
TEMBAGA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

JUAN CARLOS WANGGAI

NIM. 2215213056

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Elektroplating merupakan salah satu metode pelapisan logam yang banyak digunakan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, daya hantar listrik, serta nilai estetika suatu komponen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat simulasi elektroplating menggunakan bahan pelapis tembaga (Cu) dalam skala laboratorium. Alat ini dirancang sebagai media pembelajaran dan pengujian awal yang sederhana, ekonomis, serta mudah digunakan, khususnya bagi institusi pendidikan dan pelaku industri kreatif berskala kecil.

Metode yang digunakan adalah pendekatan rekayasa teknologi, dimulai dari studi literatur, perancangan komponen, pemilihan material, proses perakitan, hingga tahap uji coba alat. Parameter utama yang dianalisis adalah pengaruh **waktu pelapisan** dan **kuat arus listrik** terhadap **kualitas lapisan tembaga** yang terbentuk pada benda kerja. Pengujian dilakukan pada arus 2 Ampere dengan variasi waktu pelapisan 3, 5, dan 7 menit.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pelapisan sangat berpengaruh terhadap ketebalan dan kualitas permukaan lapisan. Waktu 3 menit menghasilkan lapisan tipis dan kurang merata (13,2 μm), 5 menit menghasilkan lapisan yang mulai mengkilap dan merata (22 μm), sedangkan 7 menit menghasilkan lapisan yang optimal secara visual dan struktural (31 μm). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alat simulasi ini mampu memberikan hasil pelapisan yang baik dan dapat digunakan untuk mengkaji parameter dasar elektroplating secara praktis.

Kata kunci: *Elektroplating, pelapisan tembaga, simulasi alat, arus listrik, waktu pelapisan.*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ELECTROPLATING SIMULATION DEVICE USING COOPER AS THE COATING MATERIAL

ABSTRACT

Electroplating is a widely applied metal coating technique used to improve corrosion resistance, electrical conductivity, and the aesthetic appearance of components. This study focuses on the design and fabrication of a laboratory-scale electroplating simulation device utilizing copper (Cu) as the coating material. The device is developed as a simple, cost-effective, and user-friendly tool for both educational purposes and preliminary testing, particularly suited for academic institutions and small-scale creative industries.

A technological engineering approach was adopted, comprising literature review, component design, material selection, assembly, and testing. The primary parameters examined were plating time and electric current, with experiments conducted at a constant current of 2 Amperes and plating durations of 3, 5, and 7 minutes.

Findings indicate that plating time has a significant influence on coating thickness and surface quality. A 3-minute process produced a thin, uneven layer (13.2 μm), while 5 minutes yielded a smoother, glossier finish (22 μm). The 7-minute duration achieved the most optimal coating, both visually and structurally (31 μm). These results demonstrate that the simulation device is capable of delivering high-quality plating outcomes and serves as an effective tool for practical exploration of fundamental electroplating parameters.

Keywords: *Electroplating, copper coating, simulation device, electric current, plating time.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Rancang Bangun	5
2.2 Alat Simulasi	6
2.3 Pelapisan Tembaga.....	6
2.4 Proses Elektroplating	7
2.5 Bahan Yang Digunakan Dalam Elektroplating	8
2.5.1 Elektroda	9
2.5.2 Larutan Elektrolit	9
2.5.3 Benda Kerja (Substrat).....	10
2.5.4 Logam Tembaga.....	10
2.5.5 Anoda (Elektroda Positif)	11
2.5.6 Katoda (Elektroda Negatif)	12
2.5.7 Air	12
2.6 Proses Pengerjaan Pendahuluan(Pre Treatment).....	13
2.6.1 <i>Pembesihan Secara Mekanik</i>	14
2.6.2 <i>Pembersihan dengan Pelarut</i>	14
2.6.3 <i>Pembersihan dengan Alkaline</i>	15
2.7 Parameter Proses Elektroplating	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian.....	19

3.2 Alur Penelitian	19
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.4 Penentuan Sumber Data	21
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	22
3.5.1 Alat.....	22
3.5.2 Bahan	22
3.6 Instrumen Penelitian	22
3.7 Prosedur Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil	23
4.1.1 Komponen Utama Alat.....	23
4.1.2 Prinsip Kerja Alat.....	23
4.2 Proses Perakitan dan Pengujian Awal.....	24
4.2.1 Tahap Perakitan.....	24
4.2.2 Pengujian Fungsi Komponen	25
4.3 Perhitungan Dasar Pembuatan Larutan.....	26
4.3.1 Perhitungan Volume dan Komposisi Larutan CuSO ₄	26
4.3.2 Perhitungan Volume dan Komposisi Larutan HCl untuk <i>Pickling</i>	27
4.4 Hasil Percobaan Elektroplating.....	28
4.4.1 Dokumentasi Sampel Hasil Pelapisan.....	28
4.4.2 Tabel Hasil Pengamatan Kualitatif	29
4.4.3 Perbandingan Ketahanan Korosi Baja Berlapis Tembaga dan Baja Polos.....	30
4.5 Pembahasan Hasil Pengamatan.....	31
4.5.1 Analisis Warna dan Kelekatan Lapisan.....	31
4.5.2 Pengaruh Tegangan dan Waktu terhadap Hasil <i>Plating</i>	32
4.6 Evaluasi Kinerja dan Biaya Operasional	32
4.6.1 Kemudahan Penggunaan dan Keselamatan.....	32
4.6.2 Potensi Perbaikan atau Pengembangan Lebih Lanjut	32
4.6.3 Estimasi Biaya Operasional Alat Elektroplating.....	33
BAB V PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Proses Elektroplating	8
Gambar 2.2 Logam Tembaga	10
Gambar 3.1 Rancang Bangun Alat Simulasi Elektroplating Dengan Bahan Pelapis.....	
Tembaga	17
Gambar 3.2 <i>Flow char</i>	23
Gambar 4.1 Rancang Bangun Alat Simulasi Elektroplating.....	23
Gambar 4.2 Rangka Penyangga	24
Gambar 4.3 Wadah Elektrolit	24
Gambar 4.4 Elektroda Anoda	25
Gambar 4.5 Elektroda Katoda.....	25
Gambar 4.6 Power Supply	26
Gambar 4.7 Kabel	26
Gambar 4.8 Konduktor Tembaga.....	27
Gambar 4.9 Aerator	27
Gambar 4.10 Kawat Tembaga	28
Gambar 4.11 Pemotongan Pipa.....	28
Gambar 4.12 Penyusunan Rangka penyangga	29
Gambar 4.13 Pemasangan Wadah Elektrolit	29
Gambar 4.14 Posisi Elektroda.....	29
Gambar 4.15 Kabel	30
Gambar 4.16 Pemotongan Pipa.....	31
Gambar 4.17 Elbow 3 Way dan Elbow L	32
Gambar 4.18 Wadah Akrilik.....	33
Gambar 4.19 Penempatan Anoda dan Katoda	34
Gambar 4.20 Alat Elektroplating yang telah selesai dirakit	35
Gambar 4.21 Pengujian Alat.....	36
Gambar 4.22 Hasil Sampel Setelah Proses Pelapisan Tembaga	37
Gambar 4.23 Perbandingan Hasil Pengamatan Ketahanan Korosi	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Pembuatan Proposal Proyek Akhir	18
Tabel 4.1 Pengujian Pelapisan Tembaga	20
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Kualitatif	22
Tabel 4.3 Rincian Estimasi Biaya Pembuatan Alat Simulasi Elektroplating.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Alat elektroplating yang telah selesai dirakit	23
Lampiran 2 : Pengujian alat	24
Lampiran 3 : Hasil sampel setelah proses pelapisan tembaga	25
Lampiran 4 : Perbandingan hasil pengamatan ketahanan korosi	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam adalah material kimia yang memiliki sifat kuat, liat, dan keras. Logam berfungsi sebagai penghantar panas dan listrik yang efisien serta memiliki titik leleh tinggi. Selain itu, logam mudah ditempa, bersifat magnetis, mengkilap, dan dapat bercampur secara merata pada berbagai tingkatannya (Suwardi dan Daryanto, 2018). Logam digunakan secara luas dalam berbagai jenis mesin, konstruksi bangunan, dan bidang lainnya.

Logam terbagi menjadi dua jenis, yaitu logam murni yang hanya terdiri atas satu jenis atom, seperti besi (Fe) murni dan tembaga (Cu) murni, serta logam paduan (metal alloy) yang terdiri atas campuran dua atau lebih jenis atom. Logam paduan dibuat dengan mencampur beberapa jenis logam dalam kondisi cair (Suwardi dan Daryanto, 2018).

Baja adalah salah satu logam paduan yang paling banyak digunakan dalam berbagai industri. Baja memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta beragam sifat yang menjadikannya material yang sangat penting. Baja dapat diolah menjadi bahan yang sangat lunak hingga sangat keras dan tajam, seperti pisau pemotong atau komponen lainnya. Karena sifat-sifat ini, baja sering disebut sebagai material yang kaya akan karakteristik (Surdia, 2005).

Korosi dapat terjadi pada logam yang berinteraksi langsung dengan udara. Logam selalu berusaha mencapai kestabilan dengan lingkungannya, sehingga pada udara terbuka, logam melepaskan elektron. Elektron ini bereaksi dengan uap air dan oksigen di udara, menghasilkan oksida logam berwarna coklat yang dikenal sebagai karat (Gapsari, 2017). Korosi dapat terjadi secara merata atau terlokalisasi. Proses ini umumnya disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara dua bagian logam dengan perbedaan potensial yang terpapar udara. Korosi bersifat merusak dan tidak dapat dihentikan, hanya dapat dikendalikan (dikurangi). Oleh karena itu, diperlukan perlindungan pada logam, terutama logam ferro seperti baja. Perlindungan ini

dilakukan melalui proses paduan atau pelapisan permukaan logam (Amanto dan Daryanto, 2006).

Pelapisan logam bertujuan melindungi logam dari kontak langsung dengan lingkungan sekaligus meningkatkan sifat-sifat lainnya, seperti estetika, ketangguhan, dan daya hantar listrik. Beberapa metode pelapisan yang umum digunakan meliputi pelapisan listrik (elektroplating), pelapisan celup panas (hot-dip galvanizing), dan penyemprotan logam (metal spraying). Pemilihan metode pelapisan bergantung pada material pelapis, bahan yang akan dilapisi, serta kondisi lingkungan dan fungsi komponen.

Elektroplating merupakan salah satu metode pelapisan logam yang paling umum. Proses ini menggunakan arus listrik searah (DC) dan larutan elektrolit sebagai media untuk melapisi logam atau non-logam. Tujuannya adalah melindungi permukaan logam sekaligus memperbaiki sifat tertentu, seperti penampilan, ketahanan aus, daya solder, daya kontak listrik, reflektivitas, dan kemampuan ikat kawat (wire bondability). Parameter penting dalam elektroplating, seperti waktu, tegangan, arus, temperatur, dan jenis elektrolit, memengaruhi ketebalan dan kualitas lapisan yang dihasilkan.

Pengembangan alat simulasi elektroplating sederhana untuk skala laboratorium memiliki potensi besar, tidak hanya untuk kebutuhan penelitian tetapi juga untuk mendukung Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Alat ini dirancang sebagai solusi bagi masyarakat lokal, khususnya di Bali, yang dikenal dengan keunikan budaya dan ornamen tradisionalnya. Proses pelapisan tembaga dapat meningkatkan nilai estetika dan daya tahan produk seni, seperti patung, ukiran, dan perhiasan, yang menjadi bagian penting dari industri kreatif Bali.

Selain itu, alat ini dapat dimanfaatkan dalam sektor otomotif untuk menghasilkan komponen variasi kendaraan yang tahan lama dan menarik secara visual. Di sektor perhotelan, pelapisan logam dapat diterapkan pada peralatan dekoratif dan perlengkapan lain yang memerlukan ketahanan terhadap korosi akibat lingkungan tropis Bali.

Melalui penelitian ini, dirancang alat simulasi pelapisan tembaga menggunakan metode elektroplating yang sederhana, ekonomis, dan mudah

dioperasikan. Alat ini diharapkan dapat menjadi saran penelitian untuk menentukan parameter optimal guna menghasilkan kualitas pelapisan yang baik. Lebih jauh, alat ini dapat mendukung UMKM lokal dalam meningkatkan nilai tambah produk mereka, menciptakan sinergi antara penelitian, industri kreatif, dan sektor ekonomi lokal.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun alat elektroplating tembaga untuk skala pengujian laboratorium.
2. Bagaimana efektivitas alat elektroplating yang dirancang dalam menghasilkan pelapisan tembaga pada pelat baja untuk keperluan praktikum.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat begitu banyaknya masalah dan keterbatasan kemampuan serta keterampilan, maka diperlukan batasan masalah yaitu:

1. Dalam merancang pembatasan masalah menjelaskan pemilihan bahan dan proses kerja yang digunakan untuk membuat/membangun alat elektroplating.
2. Pada prinsip kerja alat elektroplating pembatasan masalah hanya menjelaskan tentang bagaimana cara agar pelapisan yang berkualitas alat elektroplating
3. Dalam pengujian alat elektroplating, melihat kinerja alat dari kebersihan yang dihasilkan dan waktu yang dibutuhkan untuk setiap pengaturan parameter operasi (waktu dan arus).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan proyek akhir terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tujuan Umum : Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

2. Tujuan Khusus : Merancang dan membuat alat simulasi elektroplating dengan bahan pelapis tembaga serta mengukur efektivitas kinerjanya berdasarkan hasil pelapisan yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil Analisis pengaruh waktu dan tegangan pelapisan adhesivitas lapisan tembaga, di harapkan dapat bermanfaat bagi penulis, instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali, dan juga bagi masyarakat pada umumnya.

1. Bagi penulis :Rancang bangun alat ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di JurusanTeknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek. Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan pendidikan dipoma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali : Sebagai bahan-bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang kelistrikan di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.
3. Bagi Masyarakat: Andapun manfaat rancang bangun alat ini bagi masyarakat adalah supaya masyarakat dapat mengetahui bagaimana elektroplating dapat meningkatkan sifat teknis dan mekanis pada logam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun alat simulasi elektroplating ini, penulis dapat memperoleh kesimpulan dari alat tersebut sebagai berikut:

1. Alat elektroplating yang dirancang telah memenuhi standar fungsional untuk pemakaian di laboratorium. Fitur utamanya mencakup sistem catu daya yang dapat disesuaikan, wadah larutan elektrolit yang aman, penempatan elektroda yang tepat, serta mekanisme pengadukan yang terjaga stabilitasnya. Secara teknis, alat ini dilengkapi dengan sumber arus DC variabel bertegangan 3–6 V dan arus 1–5 A, wadah elektrolit berbahan akrilik transparan berukuran 30×20×20 cm dengan ketebalan 5 mm, anoda dari pelat tembaga murni, katoda berupa pelat baja sebagai benda kerja, rangka penyangga berbahan pipa PVC yang ringan dan tahan korosi, konduktor tembaga sepanjang ±30 cm, aerator pompa udara mini 3–5 watt dengan kapasitas aliran ±2–3 liter per menit, kawat tembaga tanpa isolasi untuk menggantung benda kerja, serta larutan elektrolit yang terdiri dari 200 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 100 mL H_2SO_4 yang diencerkan hingga 5 liter air suling. Dengan spesifikasi tersebut, alat ini dinilai layak untuk digunakan sebagai media simulasi proses pelapisan tembaga pada skala praktikum.
2. Efektivitas alat dalam menghasilkan pelapisan tembaga pada pelat baja untuk keperluan praktikum. Hasil proses elektroplating menunjukkan bahwa baja berlapis tembaga lebih efektif menahan laju korosi dibanding baja tanpa lapisan selama pengamatan 1 minggu. Selama periode tersebut, baja berlapis tembaga tetap dalam kondisi baik dengan ketahanan terhadap karat, sedangkan baja polos lebih cepat mengalami korosi akibat paparan

oksigen dan kelembapan. Lapisan tembaga berfungsi sebagai pelindung yang menghambat proses korosi pada permukaan baja.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian pada alat simulasi elektroplating hasil perbaikan dan modifikasi, penulis menyampaikan beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pembaca penelitian ini.

1. Saat mengoperasikan alat, pastikan seluruh komponen seperti elektroda, kabel penghubung, dan tangki terpasang dengan benar serta aman untuk mencegah gangguan proses pelapisan.
2. Rangka alat terbuat dari pipa PVC berdiameter 3/4 inci, yang dipilih karena ringan, tahan korosi, mudah dirakit, dan ekonomis, sehingga cocok untuk konstruksi alat elektroplating skala kecil
3. Selalu gunakan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan karet dan kacamata pelindung untuk mencegah kontak langsung dengan larutan kimia yang digunakan.
4. Lakukan pengaturan arus, tegangan, dan waktu proses secara cermat serta gunakan alat ukur yang sesuai untuk memastikan ketebalan lapisan logam sesuai spesifikasi yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, D., & Daryanto. (2006). *Teknologi Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Asmara, A.Y. (2017). *Teknologi Pelapisan Logam*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Bard, A.J., & Faulkner, L.R. (2001). *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications* (2nd ed.). New York: Wiley.
- Callister, W.D., & Rethwisch, D.G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Chemistry LibreTexts. (n.d.). *Electroplating*. Diakses pada 10 Agustus 2025, dari <https://chem.libretexts.org>
- Darmaji. (2005). *Penggunaan Air dalam Proses Pelapisan Logam*. Jakarta: Pusat Pengembangan Teknologi.
- Duffy, D. (2008). Anodic processes in metal plating. *Journal of Surface Coatings Technology*, 202(12), 2787–2795. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2007.09.035>
- Gapsari, F. (2017). *Korosi dan Pencegahannya*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Harb, J.N. (2016). *Electrochemistry and Electroplating*. New York: Springer.
- Hartono, A. (2018). *Teknologi Pelapisan Tembaga*. Jakarta: Gramedia.
- Journal of Surface Coatings Technology. (2008). Advances in anode materials for plating. *Journal of Surface Coatings Technology*, 202(12), 2787–2795.
- Kundari, N., dkk. (2008). Isoterm adsorpsi pada logam. *Jurnal Sains dan Teknologi Material*, 7(2), 45–52. Bandung: ITB Press.
- Lowenheim, F.A. (2013). *Modern Electroplating* (5th ed.). New York: Wiley.
- Martin, J.W. (2004). *Materials for Engineering*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Purwanto, H. (2005). *Proses Pembersihan dalam Industri Pelapisan*. Surabaya: ITS Press.
- Saleh, M. (1998). *Teknik Pemolesan Logam*. Bandung: Angkasa.
- Slideshare. (2023). Penggunaan air dalam proses elektroplating. Diakses dari <https://www.slideshare.net>

Sudrajat, A. (2010). *Pembersihan Permukaan Logam*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi.

Suarsana, I.N. (2008). *Kualitas Air untuk Proses Pelapisan*. Denpasar: Udayana University Press.

Suhendrayatna. (2001). *Logam Berat dan Dampaknya terhadap Lingkungan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Surdia, T., & Yufridani. (2005). *Pengantar Metalurgi Fisik*. Jakarta: Erlangga.

Surdia, T. (2005). *Baja dan Sifatnya*. Jakarta: Erlangga.

Suwardi, & Daryanto. (2018). *Teknologi Bahan Logam*. Jakarta: Bumi Aksara.

Sutrisno. (2019). *Perancangan Alat Simulasi untuk Pembelajaran*. Malang: UB Press.

Widodo, T., & Hadi, A. (2020). *Simulasi Proses Elektroplating untuk Skala Laboratorium*. Yogyakarta: UNY Press.

Wernick, S., Pinner, R., & Sheasby, P.G. (1987). *The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and Its Alloys*. ASM International.