

RANCANG BANGUN MESIN ELEKTROPLATING PORTABLE BERBASIS ARDUINO UNTUK PELAPISAN LOGAM PRESISI

Arib Gibril Fitra Aziz¹, Adityo Noor Setyo Hadi Darmo², Rany Puspita Dewi³

gibrilaziz07@gmail.com¹, noorsetyo@untidar.ac.id², ranypuspitadewi@untidar.ac.id³

Universitas Tidar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji unjuk kerja mesin elektroplating portabel berbasis Arduino untuk pelapisan logam presisi. Mesin dirancang dengan mengintegrasikan sistem kontrol berbasis Arduino, digital timer, power supply DC, sensor suhu, relay, panel kontrol, serta komponen pendukung lainnya sehingga mampu mengendalikan parameter proses elektroplating secara lebih praktis dan konsisten. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen laboratorium. Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi variasi kuat arus sebesar 3 A, 6 A, dan 9 A serta waktu pelapisan selama 10, 15, dan 20 menit. Variabel terikat berupa kualitas lapisan hasil elektroplating berdasarkan kerataan dan daya lekat lapisan, sedangkan variabel terkontrol meliputi jenis larutan elektrolit, material benda kerja SS400, dan jarak anoda–katoda 100 mm. Data diperoleh melalui pengujian langsung dan dokumentasi visual hasil pelapisan pada setiap variasi perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin elektroplating portabel berbasis Arduino berhasil direalisasikan dan mampu beroperasi sesuai dengan fungsi yang dirancang. Variasi parameter proses memberikan pengaruh terhadap kualitas lapisan logam yang dihasilkan. Kombinasi arus 6 A dengan waktu pelapisan 20 menit menghasilkan kualitas pelapisan terbaik dengan lapisan yang lebih merata, permukaan relatif halus, memiliki tingkat kilap yang baik, dan daya lekat yang optimal dibandingkan variasi lainnya. Dengan demikian, mesin yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran, penelitian, dan pengembangan proses elektroplating pada skala laboratorium maupun industri kecil.

Kata Kunci: Elektroplating, Arduino, Mesin Portabel, Pelapisan Logam, Kuat Arus, Waktu Pelapisan.

ABSTRACT

This study aims to design, fabricate, and evaluate the performance of an Arduino-based portable electroplating machine for precision metal coating. The machine was developed by integrating an Arduino-based control system, digital timer, DC power supply, temperature sensor, relay, control panel, and supporting components to provide practical and consistent control over the electroplating process. The research employed a quantitative method with a laboratory experimental approach. The independent variables were electrical current variations of 3 A, 6 A, and 9 A, and plating durations of 10, 15, and 20 minutes. The dependent variables were the coating quality, evaluated based on surface uniformity and adhesion, while the controlled variables included the electrolyte solution type, SS400 low-carbon steel workpiece, and an anode-to-cathode distance of 100 mm. Data were collected through experimental testing and visual documentation of the coating results for each treatment variation. The results indicate that the Arduino-based portable electroplating machine was successfully developed and functioned according to its design specifications. The electroplating parameters significantly affected the quality of the deposited coating. The combination of a 6 A current and a 20-minute plating time produced the best coating quality, characterized by superior uniformity, a relatively smooth surface, optimal luster, and strong adhesion compared to other variations. Therefore, the developed machine is suitable for educational purposes, laboratory-scale research, and small-scale industrial applications.

Keywords: Electroplating, Arduino, Portable Machine, Metal Coating, Electric Current, Plating

Time.

PENDAHULUAN

Elektroplating merupakan proses pelapisan logam yang banyak digunakan pada industri manufaktur untuk meningkatkan ketahanan korosi, kekerasan permukaan, dan kualitas estetika suatu material. Sebuah penelitian menjelaskan proses elektroplating bekerja dengan prinsip elektrokimia menggunakan arus listrik searah untuk mengendapkan ion logam pada permukaan benda kerja. Karakteristik lapisan yang dihasilkan elektroplating adalah mengkilap, halus, dan merata. Efisiensi alat adalah 84,45 % untuk target tebal lapisan 10 μm pada kuat arus 7,5 A/ dm^2 (Widodo et al., 2021). Penelitian menunjukkan variasi arus listrik pada proses alumunium mampu menghasilkan perbedaan ketebalan lapisan, yang secara langsung memengaruhi kualitas hasil pelapisan.

Proses elektroplating pada skala laboratorium pendidikan serta industri kecil saat ini masih didominasi oleh penggunaan peralatan konvensional yang bersifat manual. Pengoperasian secara manual sering kali menimbulkan kendala pada stabilitas parameter utama seperti arus, waktu, dan suhu, yang secara langsung menyebabkan ketebalan lapisan tidak merata serta penurunan kualitas mekanik material. Selain durasi, stabilitas suhu larutan juga memegang peranan vital. Sebuah penelitian menyatakan bahwa peningkatan temperatur memang dapat mempercepat laju deposisi ion, namun jika temperatur terlalu tinggi dan tidak dikendalikan secara presisi, hal tersebut justru akan memperburuk kualitas adhesi dan keseragaman endapan. Fenomena ini menunjukkan bahwa ketergantungan pada pengawasan manual tanpa sistem kontrol yang terintegrasi menjadi hambatan utama dalam mencapai standar kualitas pelapisan yang konsisten (Rizkia et al., 2023)

Seiring perkembangan teknologi, penerapan sistem kontrol berbasis mikrokontroler seperti Arduino mulai dikembangkan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi proses pelapisan logam. Beberapa penelitian rancang bangun alat elektroplating menunjukkan bahwa penggunaan sistem kontrol digital mampu menjaga kestabilan arus dan waktu pelapisan secara signifikan. Alat elektroplating berbasis pengatur waktu menunjukkan bahwa pengaturan durasi proses dapat diterapkan dalam pengoperasian alat elektroplating untuk memperoleh hasil pelapisan secara lebih konsisten dibandingkan metode yang sepenuhnya manual (Prayogo & Sakti, 2019)

Berdasarkan penelitian sebelumnya, masih terdapat celah penelitian terkait pengembangan mesin elektroplating yang bersifat portabel, terintegrasi, dan aman. Belum banyak penelitian yang menggabungkan sistem kontrol Arduino dengan komponen pendukung seperti Power supply terkontrol, relay, sensor suhu, timer digital, emergency button, serta sistem sirkulasi atau pemindahan larutan otomatis dalam satu kesatuan alat. Padahal, penelitian menyatakan bahwa dalam proses pelapisan nikel secara elektroplating, parameter operasi seperti kondisi larutan dan suhu sangat berpengaruh terhadap struktur dan kualitas lapisan yang dihasilkan. Hal ini menegaskan pentingnya desain sistem dan pengendalian otomatis untuk menjaga kestabilan parameter proses, termasuk suhu larutan, demi menghasilkan lapisan yang konsisten dan berkualitas tinggi (Rosyidan et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun mesin elektroplating portabel berbasis Arduino yang mampu mengontrol parameter proses secara presisi, meningkatkan keselamatan kerja, serta mengurangi ketergantungan pada proses manual, khususnya dalam pengelolaan larutan. Diharapkan alat yang dikembangkan mampu menghasilkan pelapisan logam yang lebih konsisten, efisien, dan aplikatif untuk kebutuhan pendidikan, laboratorium, maupun industri kecil, sekaligus

menjadi pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang masih memiliki keterbatasan pada aspek portabilitas dan sistem kontrol terintegrasi.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama periode Februari sampai Juli 2026 di Laboratorium Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Tahapan hasil dari penelitian ini mencakup proses perancangan, pembuatan, dan pengujian mesin elektroplating berbasis arduino. Perancangan dilakukan dengan memperhatikan efektifitas serta pelapisan logam secara efisien. Alat ini dirancang agar mudah digunakan, perawatannya ringan, serta mampu menghasilkan pelapisan yang baik. Setelah tahap perancangan selesai, proses pembuatan dilakukan dengan pemilihan bahan dan komponen sesuai desain

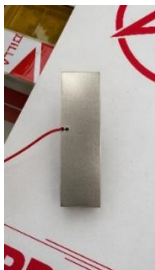


Gambar 1 Desain mesin elektroplating

1) Hasil pengujian

Hasil pengujian disajikan dalam bentuk dokumentasi foto untuk memberikan gambaran visual mengenai kondisi permukaan benda uji setelah proses elektroplating pada setiap variasi perlakuan. Dokumentasi tersebut digunakan sebagai data pendukung dalam menganalisis pengaruh perubahan waktu pelapisan dan kuat arus terhadap kualitas hasil pelapisan logam yang dihasilkan oleh mesin elektroplating portable berbasis Arduino. Perbandingan visual antar spesimen selanjutnya menjadi dasar dalam pembahasan mengenai efektivitas parameter proses yang diterapkan pada penelitian ini terlihat pada tabel 1.

No.	waktu	dokumentasi		
		Arus 3A	Arus 6A	Arus 9A
1.	10			

		Pada waktu pelapisan 10 menit, spesimen dengan arus 3A menunjukkan lapisan seng mulai terbentuk namun masih terlihat kurang merata. Pada arus 6A, lapisan tampak lebih seragam dan menutupi permukaan dengan lebih baik. Sementara itu, pada arus 9A lapisan terlihat lebih tipis dan belum merata, sehingga menunjukkan bahwa peningkatan arus pada waktu pelapisan yang singkat belum menghasilkan kualitas lapisan yang optimal.		
2.	15			
		Pada waktu pelapisan 15 menit, lapisan seng pada arus 3A tampak lebih merata dibandingkan waktu 10 menit. Arus 6A menghasilkan permukaan yang relatif lebih seragam dengan tingkat pelapisan yang lebih baik. Pada arus 9A, lapisan mulai menutupi permukaan spesimen secara lebih merata, meskipun masih terlihat adanya perbedaan tekstur pada beberapa bagian permukaan.		
No.	waktu	dokumentasi		
		Arus 3A	Arus 6A	Arus 9A
3.	20			
		Pada waktu pelapisan 20 menit, spesimen dengan arus 3A menunjukkan lapisan yang lebih tebal namun permukaannya masih tampak kasar. Arus 6A menghasilkan lapisan yang paling merata dengan permukaan yang relatif halus. Sebaliknya, pada arus 9A terlihat lapisan menjadi lebih kasar dan tidak seragam.		

		akibat laju deposisi yang lebih tinggi, sehingga kualitas permukaan cenderung menurun
--	--	---

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.1, setiap kombinasi variasi waktu pelapisan dan kuat arus menghasilkan karakteristik lapisan logam yang berbeda pada permukaan benda uji. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa parameter proses elektroplating memberikan pengaruh terhadap kualitas lapisan yang terbentuk, baik dari aspek tingkat kilap, pemerataan lapisan, maupun penampilan visual permukaan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hasil dari setiap perlakuan, dokumentasi foto masing-masing spesimen disajikan pada bagian berikut sebagai bahan analisis terhadap pengaruh variasi waktu pelapisan dan kuat arus pada proses elektroplating menggunakan mesin yang telah dirancang.

Pembahasan

Mesin elektroplating portable berbasis Arduino yang telah dirancang berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu sebagai alat pelapisan logam yang mampu mengontrol parameter proses secara lebih praktis dan konsisten. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan Arduino sebagai pengendali utama yang mengatur waktu proses melalui digital timer sehingga lama pelapisan dapat ditentukan sesuai kebutuhan. Selain itu, penggunaan catu daya DC memungkinkan pengaturan kuat arus selama proses elektroplating berlangsung. Integrasi antara sistem mekanik, kelistrikan, dan kontrol menghasilkan mesin yang dapat digunakan untuk melakukan proses pelapisan logam dengan variasi parameter yang telah ditentukan pada penelitian ini (Adriyasa, n.d.).

Secara teori, proses elektroplating merupakan proses pelapisan logam menggunakan arus listrik searah (DC) melalui larutan elektrolit sehingga ion logam berpindah dan mengendap pada permukaan benda kerja. Kualitas lapisan yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya kuat arus, waktu pelapisan, komposisi larutan elektrolit, jarak antara anoda dan katoda, serta kondisi permukaan benda kerja sebelum pelapisan. Berdasarkan Hukum Faraday, massa logam yang terendapkan berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang mengalir, sehingga peningkatan waktu pelapisan dan kuat arus pada batas tertentu akan meningkatkan jumlah logam yang mengendap. Kuat arus terlalu tinggi, laju deposisi ion logam menjadi terlalu cepat sehingga pertumbuhan kristal berlangsung tidak merata dan dapat menurunkan kualitas lapisan yang terbentuk.

Berdasarkan hasil unjuk kerja yang telah dilakukan, kombinasi kuat arus 6A dengan waktu pelapisan 20 menit menghasilkan kualitas pelapisan terbaik dibandingkan variasi lainnya terlihat pada tabel 4.1. Pada kondisi tersebut, lapisan nikel yang terbentuk tampak lebih merata, memiliki tingkat kilap yang baik, serta menempel dengan kuat pada permukaan benda kerja. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi parameter tersebut mampu menghasilkan keseimbangan antara laju perpindahan ion logam dan waktu pengendapan, sehingga proses pembentukan lapisan berlangsung secara stabil. Sebaliknya, hasil pelapisan yang paling kurang baik diperoleh pada variasi kuat arus 9A dengan waktu pelapisan 20 menit. Arus yang terlalu besar menyebabkan laju deposisi logam menjadi sangat cepat sehingga distribusi endapan kurang merata, permukaan lapisan cenderung kasar, dan kualitas visual lapisan menurun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kuat arus tidak selalu menghasilkan kualitas pelapisan yang lebih baik, melainkan harus disesuaikan dengan kondisi proses agar diperoleh lapisan logam yang presisi, merata, dan memiliki daya lekat yang optimal. Dengan demikian, mesin elektroplating portable berbasis Arduino yang dikembangkan mampu memberikan hasil pelapisan yang baik apabila dioperasikan pada parameter proses yang sesuai, yaitu kuat arus 6A dengan waktu pelapisan selama 20 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian, mesin elektroplating berbasis Arduino portable untuk pelapisan logam presisi telah berhasil dirancang dan direalisasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Mesin ini mengintegrasikan sistem kontrol berbasis Arduino, digital timer, catu daya, serta bak elektroplating dalam satu perangkat yang ringkas sehingga proses pelapisan logam dapat dilakukan dengan lebih mudah, praktis, dan efisien. Sistem kontrol yang diterapkan mampu mengatur waktu proses secara otomatis sehingga meningkatkan konsistensi dan kemudahan dalam pengoperasian dibandingkan metode manual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu melakukan proses pelapisan logam dengan baik, di mana kualitas lapisan dipengaruhi oleh parameter proses seperti besar arus listrik, waktu pelapisan, kondisi permukaan benda kerja, serta komposisi larutan elektrolit. Penggunaan variasi arus memberikan perbedaan terhadap kualitas hasil pelapisan, sehingga diperlukan pemilihan parameter yang tepat untuk memperoleh lapisan logam yang lebih merata, melekat dengan baik, dan memiliki tampilan yang lebih berkualitas. Dengan demikian, mesin elektroplating berbasis Arduino portable yang telah dirancang layak digunakan sebagai media penelitian maupun pengembangan proses elektroplating skala laboratorium.

Saran

1. Menambahkan sistem pengaturan arus otomatis agar arus tetap stabil selama proses elektroplating.
2. Melakukan pengujian menggunakan variasi jenis logam dan larutan elektrolit yang lebih beragam.
3. Mengembangkan desain mesin agar lebih ergonomis, aman, dan mudah dalam perawatan.

DAFTAR PUSAKA

- Adriyasa, I. K. R., Santhiarsa, I. G. N. N., & Kusuma, I. G. B. W. (2021). Rancang bangun sistem elektroplating otomatis berbasis teknologi Android. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 10(3), 1518–1523
- Aldiansyah, A. Y. Pengaruh Metode Pemotongan Plat Baja St37 Terhadap Kekuatan Tarik.
- Attalah Fairza, M. A., & Ningsih, T. H. (2023). Pengaruh Waktu Elektroplating pada Laju Korosi Lapisan Nikel Material Al6061. *Jinggo: Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi, dan Otomotif*, 2(1), 15-21.
- Fami & Zamrud. (2021). Studi Literatur Pengaruh Kuat Arus, Tegangan, Suhu Dan Waktu Terhadap Pelapisan Logam Dengan Metode Electroplating.
- Fhadillah, F. A., Andang, A., & Busaeri, N. (2023). Sistem Kontrol Suhu Electric Muffle Furnace Menggunakan Sensor Thermokopel Type-K Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, 4(2), 113–120.
- Jasdo, D. W., Kustori, K., & Kosasih, A. (2023). Design of Emergency Push Button Monitoring as an IoT-Based Alarm at Aviation Polytechnic Surabaya. *International Conference on Advanced Transportation Engineering and Applied Social Sciences (ICATEAS)*, 2(1), 264–268.
- Langgeng, L., Pratama, H. S., & Sodiwiryono, K. L. (2024). Alat Elektroplating Berbasis Pengatur Waktu Untuk Pelapisan Chrome Di Laboratorium Pelapisan Logam. *Otopro*, 65–70.
- Nafis, M. F., Riyadi, T. W. B., Sugito, B., & Partono, P. (2022). Pelapisan Cu/Ni pada Bahan Aluminium dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Keilmuan dan Keislaman*, 1(1), 33-41.
- Nazhrullah, G., & Kharisma, A. (2023). Relay Proteksi Arus Lebih Berbasis Mikrokontroller Arduino. *PoliGrid*, 4(1), 9–15.
- Nisa, F. S., Dinata, O. S., Saukani, I., & Istiawan, F. R. (2022). Analisis Overcurrent Effect pada

- Power Supply Linier 0-30 VDC Menggunakan LM 723 di Lab Dasar Elektronika Dasar. *Jurnal Eltek*, 20(2), 55–63.
- Nurhilal, M., Harjanto, T. R., Bahri, S., & Purwiyanto. (2021). Rancangan Alat Elektroplating dan Eksperimen Pelapisan Berbahan CuSO_4 Terhadap Ketebalan Lapisan. *Jurnal Infotekmesin*, 12(01), 36-41.
- Panulisan, B. S., Akmal, R. F., Suzanti, W., Handayani, Y. S., Rahmatullah, A., Hamdan, H., & Santosa, W. A. S. (2023). Pengendali Robot dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone Android. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5(02), 421–432.
- Prayogo, A. S., & Sakti, A. M. (2019). Rancang Bangun Trainer Pelapisan Logam Dengan Kontrol Waktu Otomatis. 05.
- Rizkia, V., Susanto, I., Gunadi, G. G. R., & Heryana, G. (2023). Pembentukan Lapisan Anodik Aluminium Oksida Melalui Metode Anodisasi Untuk Proses Pewarnaan Dyeing Pada Aluminium. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 12(2).
- Rosyidan, C., Maulani, M., Samura, L., & Ridaliani, O. (2022). Proses Pelapisan Nikel Diatas Al Dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 10(1), 121.
- Setia, N. D., Suprianto, B., Endryansyah, E., & Kholis, N. (2025). Perancangan Sistem Kendali Exhaust Fan Berbasis IOT dengan Sensor MQ-2 dan DHT22 untuk Optimalisasi Konsumsi Energi. *Jurnal Teknik Elektro*, 14(3), 250–256.
- Setiawan, Setiawan, Sehon, S., & Setiawan, F. (2022). ANALISIS WAKTU PELAPISAN NIKEL PADA ALUMINIUM ALLOY 2024 TERHADAP UJI KEKERASAN VICKERS DENGAN MENGGUNAKAN PROSES ELEKTROPLATING. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 180–185.
- Widodo, A., Heri, W., & Arianto. (2021). Kinerja Alat Elektroplating Untuk Praktik Di Smk. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(2)..