

Electroplating Menggunakan Regulated Switch Mode Power Supply

Aria Azhar Ramadhansah H¹, Siswoyo², Baisrum³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : aria.azhar.tlis19@polban.ac.id

²Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : siswoyo@polban.ac.id

³Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : baisrum@polban.ac.id

ABSTRAK

Electroplating merupakan suatu proses pengendapan logam pada permukaan suatu logam atau non logam (benda kerja), secara elektrolisis. Bahan logam yang tidak melalui proses *Electroplating* mempunyai banyak kelemahan seperti mudah korosi/berkarat, tampilannya tidak menarik, dan ketahanan terhadap benturan dan gesekannya kurang. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan dan merealisasikan alat *Electroplating* skala kecil dengan menggunakan *switch mode power supply* agar memiliki konstruksi fisik yang kecil dan ringan. *Electroplating* ini membutuhkan arus yang bervariasi tergantung dengan bahan yang akan dilapisi dan bahan yang akan melapisi, maka dari itu dibutuhkan regulator arus dan tegangan. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan melakukan uji coba di laboratorium. Hasil penelitian pada proses *Electroplating* dengan menggunakan perangkat pengaturan arus listrik DC *Switch Mode Power Supply* dapat direalisasikan. Material uji ring besi dilapisi dengan timah dan menggunakan asam *Cromat* sebagai elektrolit. Dengan pengaturan arus listrik DC 3 Ampere dan waktu proses 20 menit menghasilkan lapisan *hard chrome* dengan berat 0,6309 gram.

Kata Kunci

Electroplating, korosi, switch mode power supply, regulator

1. PENDAHULUAN

Proses elektroplating atau pelapisan suatu logam secara elektrolisis ini melalui penggunaan arus listrik searah (*direct current*). Pada industri *electroplating* berskala besar menggunakan perangkat ukuran besar dan membutuhkan biaya investasi yang tinggi dan tidak bisa terjangkau oleh UMKM. Aplikasi industri *Electroplating* yang berskala kecil (UMKM) ini menggunakan alat yang kurang baik atau pun tidak layak dipakai. Maka dari itu dibutuhkan perangkat *electroplating* dengan konstruksi fisik yang kecil dan ringan dengan kapasitas arus yang sedang dan tegangan DC output yang lebih baik dari pada rangkaian *power supply* dengan menggunakan *switching power supply* agar fleksibel [1].

sumber DC dengan menggunakan metode *switching*. Energi ini berasal dari sumber jala-jala (PLN) yang disearahkan dengan *rectifier*. Dengan konstruksi fisik yang kecil dan ringan dapat dibuat *power supply* dengan kapasitas arus yang besar dan tegangan output yang lebih baik dari pada rangkaian *power supply* konvensional [2]. Proses *Electroplating* membutuhkan pengaturan arus listrik DC yang bervariasi tergantung dengan bahan yang akan dilapisi dan bahan yang akan melapisi. Pengaturan waktu digunakan alat timer yang di setting dalam satuan menit.

Permasalahan pada saat ini tidak tersedia perangkat *electroplating* untuk menunjang usaha skala UMKM, dengan harga ekonomis, mudah dioperasikan dan hasilnya produknya

Switch Mode Power Supply (SMPS) adalah peralatan yang berfungsi untuk memberi

cukup bagus. Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat dapat membuat dan menggunakan perangkat *electroplating* yang praktis dan handal

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada proses *Electroplating*, lapisan tipis diaplikasikan pada permukaan logam menggunakan logam yang memiliki keunggulan seperti nilai jual yang tinggi, ketahanan korosi, dan keindahan tampilan. proses *Electroplating* ini harus ada elektroda yang terdiri dari anoda, katoda, dan elektrolit garam dari anoda [3]. *Electroplating* banyak digunakan pada berbagai kebutuhan baik industri besar pada teknik otomotif, pada skala industri kecil diaplikasikan pada seni dekoratif.

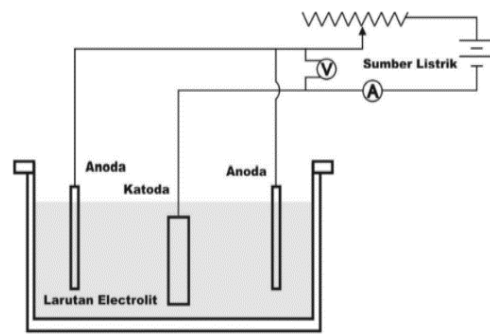
Penelitian Topayung (2011) *electroplating* dipilih logam aluminium (Al) yang mudah didapat, harga murah, bobot ringan dibanding logam lain. Berapa besar arus listrik yang diperlukan dan pengaturan waktu lama nya pelapisan dengan logam perak (Ag) agar diperoleh tingkat kekerasan yang diperlukan.

Hasil penelitian besarnya arus listrik berbanding lurus dengan ketebalan lapisan yang menempel pada logam aluminium. Jika digunakan arus yang lebih besar hasil pelapisan terlihat lebih kasar tidak mulus. Hasil uji kekerasan dengan metode Brinnell membuktikan nilai kekerasan aluminium (Al) meningkat berbanding lurus dengan ketebalan lapisan [4].

2.2 Dasar Teori

Pada proses *Electroplating*, logam yang dilapisi berfungsi sebagai katoda (elektroda negatif). Logam pelapis sebagai anoda (elektroda positif). Arus listrik DC mengalir dari kutub positif ke kutub negatif sedangkan aliran elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif gambar 1.

Michael Faraday menetapkan hubungan antara kelistrikan dan ilmu kimia pada semua reaksi elektrokimia. Dua Hukum Faraday tersebut adalah:



Gambar 1 Dasar Proses Electroplating

Hukum I Faraday

Massa zat yang terjadi akibat reaksi kimia pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang mengalir pada larutan elektrolit selama elektrolisis.

$$m = \frac{E}{F} I \cdot t \dots (1)$$

$$m = \frac{BA}{n} \cdot \frac{I \cdot t}{F} \dots (2)$$

m = massa zat (gram);
E = berat ekuivalen (gram);
F = bilangan Faraday;
I = kuat arus listrik (Ampere);
t = waktu (detik);
BA = berat atom;
n = jumlah mol zat.

Hukum II Faraday:

Massa berbagai zat yang terjadi selama elektrolisis, berbanding lurus dengan berat ekuivalennya. Menurut Milikan muatan 1 elektron = $1,602 \times 10^{-19}$ coulomb, jadi jumlah elektron dalam 1 Faraday adalah $96.494 / 1,602 \times 10^{-19} = 6,023 \times 10^{23}$ elektron. Angka ini dikenal dengan bilangan Avogadro. Jadi 1 Faraday setara dengan $6,023 \times 10^{23}$ partikel dengan muatan tunggal atau 1 grek zat [4].

2.2.1 Hard Chrome Plating

Hard chromium plating merupakan sebuah nama yang diadopsi oleh industri untuk proses pelapisan menggunakan chromium dengan tujuan lebih kearah engineering dibanding dengan dekoratif. Kata “hard” atau keras, menunjukkan karakter utama hasil lapisan dengan proses ini. Proses ini diperlukan untuk benda yang pemakaiannya tahan aus dan korosi yang baik, contohnya pada produk poros, ring piston, *cylinder liner*, *brake piston*, *tools*, *hydraulic rods*. *Hard Chrome Plating* memiliki tebal lapisan antara 2,5 sampai 500

mikron dan untuk beberapa aplikasi dapat lebih tebal lagi [5].

2.2.2 Bak Electroplating

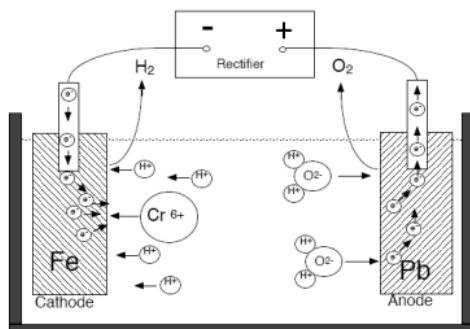
Bak larutan merupakan salah satu peralatan utama yang berfungsi untuk menampung larutan elektrolit, larutan pencuci, dan air pembilas. Bahan bak tergantung dari jenis dan kondisi larutan yang ditampungnya dengan persyaratan sebagai berikut:

- 1) Tahan terhadap korosi yang ditimbulkan oleh larutan.
- 2) Tahan terhadap suhu/temperatur larutan.
- 3) Tidak mencemari larutan yang ditampungnya.
- 4) Tidak mempengaruhi hasil dari proses *electroplating*.

Dalam merancang bak *Electroplating*, perlu diperhatikan konstruksi bak yang dikaitkan dengan bentuk dan ukuran benda kerja yang akan dilapis. Setelah ditentukan jenis bahan bak dan pelapis serta bentuk dan ukurannya, maka hal lain yang juga diperhatikan adalah kedudukan bak, bibir bak, penguat dan dasar bak. Dudukan bak diperlukan agar bak terdukung lebih kuat dan tidak adanya kontak langsung dengan lantai. Bak *electroplating* diletakkan di meja kerja kering.

2.2.3 Anoda, Katoda dan Elektrolit

Syarat terlaksananya proses *electroplating* harus ada elektroda yang terdiri dari anoda, katoda, dan elektrolit. Anoda adalah jenis elektroda dengan polaritas positif, berfungsi untuk menarik elektron dikenal dengan anion. Katoda adalah electrode terhubung terminal negatif, untuk menarik kation atau muatan positif. Katode menjadi sumber dari pendonor electron yang mengalir dari katode ke anode. Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau



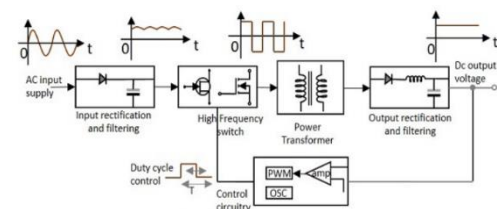
Gambar 2 Proses Kimia Electroplating

terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom

bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa asam, basa atau senyawa kimia gambar 2.

2.2.4 Switch Mode Power Supply

Pada *power supply* sistem *switching*, sinyal AC dari tegangan jala-jala listrik 220V disearahkan lebih dahulu menjadi tegangan DC melalui sebuah rangkaian dioda penyearah dan Elko. Tegangan DC hasil penyearahan ini kemudian di *switching* dengan frekuensi 50Khz sehingga memungkinkan nilai induktor dari trafo menjadi kecil. Keluaran trafo di searahkan dengan diode. Secara fisik ukuran *Switching Mode Power Supply* (SMPS) gambar 3 menjadi lebih kecil untuk daya yang sama dengan trafo konvensional, harga ekonomis, lebih handal, memiliki efisiensi tinggi sehingga hemat listrik [6].

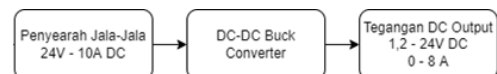


Gambar 3 Switch Mode Power Supply

Pemilihan spesifikasi SMPS disesuaikan dengan tegangan kerja dan arus kerjanya. Dengan tegangan 24 Volt dan pengaturan arus maksimum 10 Amper, dalam rancangan ini dipilih daya 250 Watt.

2.2.5 DC Buck Converter

Untuk mengatur besarnya tegangan dan arus DC yang disalurkan ke electrode digunakan perangkat *Buck Converter*. Tegangan input *Buck Converter* berasal dari SMPS, dengan keluaran tegangan 24 Volt dan arus 10Amper pabrikan. *Buck Converter* pabrikan bagian pengesetan tegangan dan setting arus, di modifikasi menggunakan *multiturn potentiometer* gambar 4.



Gambar 4 Skematik SMPS ke Buck Converter

Tujuannya agar diperoleh pengaturan tegangan, maupun pengaturan arus yang halus.

2.2.6 Perangkat Penunjang

Electroplating dilengkapi dengan beberapa alat penunjang diantaranya kipas angin, sensor suhu, pengukur listrik Voltmeter dan Ampermeter, serta pengaturan waktu timer elektronik. Alat penunjang ini berfungsi sebagai pendingin perangkat elektronik, monitor pengaturan tegangan dan arus saat proses *electroplating*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui metodologi baku yang ditunjukkan dengan urutan tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Alir Metode Penelitian

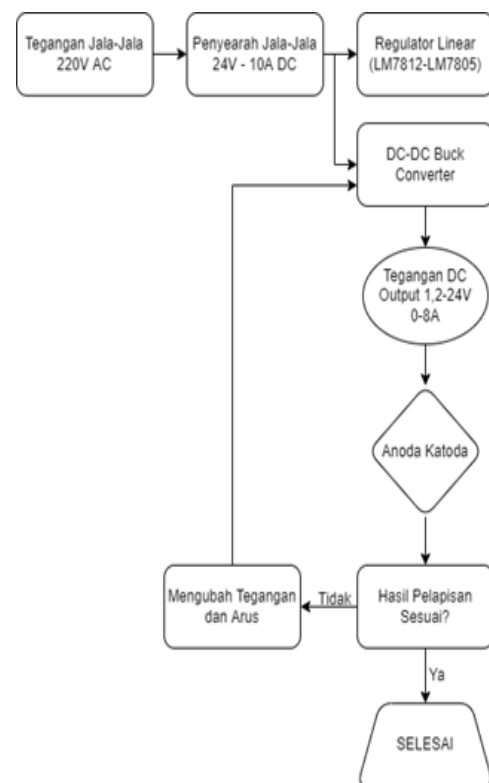
Penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang ada dengan mengamati *electroplating* skala UKM dan menentukan fokus masalah yang akan dijadikan titik tolak perancangan perangkat *electroplating* ukuran kecil, handal, biaya ekonomis. Tahap berikutnya adalah studi pustaka untuk menjangkau informasi terkait dengan perangkat *electroplating*, dilanjutkan dengan proses perancangan, lalu ke tahap realisasi, dan pengujian.

4. DESAIN

4.1 Konsep Dasar

Konsep dasar desain perangkat *electroplating* terdiri dari sumber arus DC yang dipilih jenis *Switching Mode Power Supply* pabrikan dengan daya 200 watt. Bak *electroplating* dari bahan isolasi dan tahan korosi dari elektrolit dipilih bak plastik yang dapat menampung elektrolit sekitar 5 liter. Terpasang tiga elektrode, dua buah katoda dari material plat besi dipasangkan dipinggir bak *electroplating* dan satu elektrode berfungsi sebagai anoda dari material plat timah yang akan dipasangkan material kerja. Elektrolit berupa cairan asam *Cromat* (CrO_3) dan asam sulfat (H_2SO_4). Hasil akhir dari *electroplating* pada penelitian ini berupa *Art Crome*.

4.2 Diagram Blok



Gambar 6 Diagram Blok Electroplating

4.3 Proses Electroplating

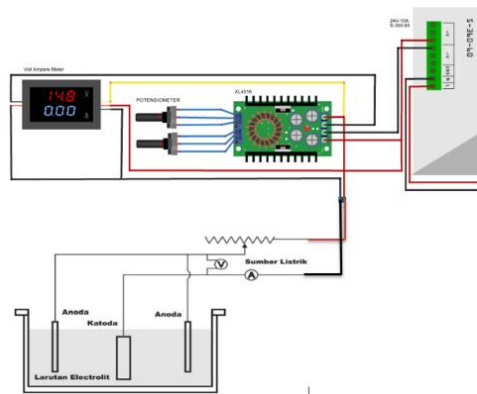
Tahap pertama menentukan tujuan *Electroplating* yaitu memberikan pelapisan pada skrup besi yang beri penguatan *chrome*. Dipilih elektrolit *Cromium* (CrO_3) dan Asam Sulfate (H_2SO_4).

Benda kerja skrup besi ditimbang berat awal (tercatat 18,0123gram), dipasangkan pada

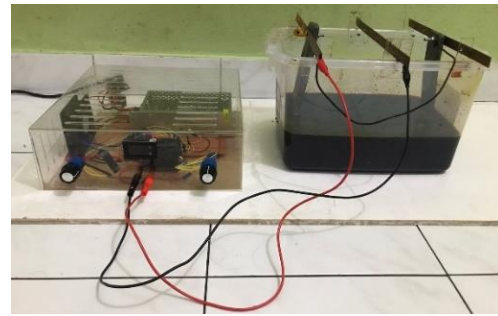
batang Anoda kutub positif (+) gambar 6. Proses pengujian Electroplating diperlihatkan pada gambar 7.

Tahap kedua, gambar 8 sambungkan perangkat *Electroplating* dengan elektroda Anoda (+) dan electrode Katoda (-) pada Bak *Electroplating*. Nyalakan (ON) perangkat elektronik elektroplatng. Lakukan setting besarnya arus (Amper) dan lamanya proses *electroplating* (menit). Percobaan pertama setting arus 3Amper *), setting waktu 10 menit. Pada bak *Electroplating* akan terjadi proses kimia dimana skrup besi yang terpasang pada Anoda akan terlapisi *Cromium*. Setelah waktu 10menit, matikan alat *Electroplating*.

Lanjutkan dengan pengukuran berat akhir material kerja (tercatat 18,0719 gram). Lakukan penimbangan selisih berat sekrup sebelum dibandingkan setelah proses *Electroplating* (18,0719 gram- 18,0123gram= 0,0596 gram). Dengan mengatur besaran arus dan juga mengatur lama proses *Electroplating* akan diperoleh ketebalan yang diinginkan. Dimana peningkatan berat sebanding dengan peningkatan ketebalan.



Gambar 7 Rangkaian Pengujian Electroplating



Gambar 8 Perangkat Electroplating

Anoda (+) : Pelat Timah
Katoda (-) : Ring Besi
Elektrolit : *Cromium* (CrO_3) dan Asam Sulfat (H_2SO_4)

5. DATA HASIL PENGUJIAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Electroplating

No	Arus (A)	Waktu (Menit)	Berat Awal (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Selisih (Gram)
1	1,5	10	18,1292	18,263	0,1338
2	1,5	20	18,1099	18,4938	0,3839
3	1,5	30	18,0921	18,4914	0,3993
4	3	10	18,0123	18,0719	0,0596
5	3	20	18,2399	18,7596	0,5197
6	3	30	18,2049	18,8358	0,6309

Dari Tabel 1, diperlihatkan seting arus listrik DC pada 1,5 Amper dengan tiga seting waktu yang berbeda, yaitu 10menit, 20 menit dan 30 menit. Dari tiga percobaan nomer 1 sampai 3 diperoleh peningkatan bobot (gram) menurut fungsi waktu. Semakin lama waktu proses selisih gram makin meningkat. Hal ini membuktikan dalam proses electroplating, tebal pelapisan berbanding lurus dengan seting waktu.

Dengan table 1, dengan membandingkan seting arus listrik DC 1,5Amper dengan 3 Amper. Dari percobaan ke 1 sampai 6. Diperoleh juga peningkatan berat (gram) pada material kerja. Dengan demikian terbukti bahwa peningkatan bobot pelapisan logam berbandng lurus juga dengan peningkatan arus listrik DC dan seting waktu proses pelapisan. Dapat diambil kesimpulan dari table 1, bahwa proses electroplating dengan menggunakan

switch mode power supply, penambahan bobot pelapisan dipengaruhi oleh besaran arus listrik DC dalam Amper dan berbanding lurus dengan seting lama nya proses dalam menit.

6. DISKUSI

Perangkat *Electroplating* dirancang dengan pengaturan arus DC sampai 10 Amper. Pada penelitian ini baru diuji cobakan pada pengaturan arus maksimum 3 Amper, dengan setting waktu maksimum 30menit. Belum bisa di ambil kesimpulan jika diterapkan pada kondisi arus nominalnya.

Pemanfaatan *electroplating* pada skala usaha kecil menengah (UKM). Bisa menggunakan sumber listrik DC dari Accumulator 12Volt, alat pengukur arus Ampermeter dan bak *Electroplating* bahan plastik ukuran 10liter dengan pengukur waktu timer. Dengan tetap menjaga agar elektrolit kimia di simpan dengan aman pada tempat teduh.

7. KESIMPULAN

1. *Electroplating* dapat direalisasikan dengan perangkat switch mode power supply dan perangkat tambahan DC Buck Converter untuk mengatur besaran arus listrik DC.
2. Hasil pengujian *Electroplating* dengan *switch mode power supply* pada objek uji material ring besi dilapis *Cromium*, dengan pengaturan seting arus DC 3 Amper dan waktu uji 20menit diperoleh peningkatan berat 0,6309 gram.
3. Pada hasil pengujian *Electroplating* bahwa penambahan berat atau penambahan ketebalan berbanding lurus dengan pengaturan besar arus dan waktu pengujian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu dalam penelitian ini. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya juga saya ucapkan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Polban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rasyad and B. Budiarto, (20180 “Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses *Electroplating* terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 173–182, doi: 10.21776/ ub.jrm. 2018.009.03.4.
- [2] Iril Mare Arifana, “Rancang Bangun Power Supply Switching Dengan Arus Dan Tegangan Terkendali Sebagai Catu Daya Proses Elektropleting Logam,” pp. 1–72.
- [3] Y. Yetri, (2011), “Analisa Kekerasan dan Ketebalan Permukaan Lapisan Hasil *Electroplating* Kuningan Pada Baja,” *JST (Jurnal Sains Ter.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.32487/jst.v7i1.1114.
- [4] D. Topayung, (2011) “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.
- [5] M. Meilinda Nurbanasari., ST., D. A. Ramelan, and S. Amos PHH, (2014) “Proses Pelapisan Kromium Pada Pelat Baja Karbon Rendah,” *Pros. Semin. Nas. Perkemb. Ris. dan Teknol. di Bid. Ind. ke 15*, no. Iii, pp. 978–979.
- [6] Z. Istataqomawan, D. Darjat, and A. Warsito, (2019), “Catu Daya Tegangan DC Variabel dengan Dua Tahap Regulasi (Switching dan Linier),” pp. 1–8, 2019.