

**Pengujian Alat Pelapisan *Elektroplating* Jalur Siklus  
Tertutup Aliran Tembus  
(*Flow Trough Closed Loop Electroplating*)  
*Translucent Flow Closed Path Electroplating Coating Equipment Testing***

**SKRIPSI**

Oleh:

Nama: Indra Nugraha

NPM: 183030007



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## Pengujian Alat Pelapisan Elektroplating Jalur Siklus Tertutup Aliran Tembus (*Flow Trough Closed Loop Electroplating*)



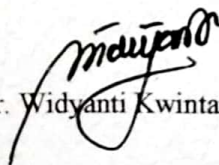
Nama : Indra Nugraha  
NPM : 183030007

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Ade Bagdja, MME

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Widyanti Kwintarini, MT

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### Pengujian Alat Pelapisan Elektrolating Jalur Siklus Tertutup Aliran Tembus (*Flow Trough Closed Loop Electroplating*)



Nama : Indra Nugraha  
NPM : 183030007

Tanggal sidang skripsi: 30 Juli 2024

Ketua : Dr. Ir. Ade Bagdja, MME.

Sekretaris : Dr. Ir. Widiyanti Kwintarini, M.T.

Anggota : Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.

Anggota : Dr. Ir. Dedi Lazuardi, DEA.

# DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Tabel.....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	1
3. Tujuan .....	1
4. Lingkup Penelitian .....	2
5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR .....	3
1. Pelapisan Logam .....	3
2. <i>Stainless Steel</i> .....	3
3. <i>Electroplating</i> .....	4
4. Tahapan Proses <i>Electroplating</i> .....	7
5. Fungsi <i>Electroplating</i> .....	8
6. <i>Electroplating</i> Siklus Tertutup .....	9
7. Parameter Yang Mempengaruhi <i>Electroplating</i> .....	9
8. Pelapisan Krom .....	10
9. Pengujian Metalografi .....	12
BAB III METODE PENELITIAN .....	14
1. Tahapan Penelitian .....	14
2. Konsep Desain Alat Pelapisan Siklus Tertutup.....	15
3. Langkah - Langkah Melakukan Pengujian.....	17
4. Prinsip Kerja Alat Pelapisan <i>Trough Flow Closed Loop Electroplating</i> .....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
1. Biaya Komponen Pengujian.....	19
2. Hasil Perhitungan Pipa yang dilapisi untuk Mencari Kecepatan, Debit dan Bilangan Reynold.....	19

3. Hasil Pengamatan Ketebalan Lapisan .....	21
4. Analisis Hasil Pengujian .....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	29
1. Kesimpulan .....	29
2. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN .....	33
1. Foto Kegiatan.....	33
2. Gambar Teknik.....	35



## ABSTRAK

Elektroplating adalah proses pelapisan permukaan logam dengan menggunakan sumber arus listrik DC (Direct Current) dan senyawa kimia elektrolit yang bertujuan untuk memindahkan partikel pelapis ke logam yang akan dilapis. Pada umumnya proses pelapisan menggunakan metoda elektroplating rendam. Tetapi saat digunakan untuk melapisi permukaan bagian dalam pipa, terutama dengan rasio panjang terhadap diameter ( $l/d$ )  $> 50$ , Untuk memperoleh hasil pelapisan yang homogen dan konsisten menjadi rumit dan kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian sebanyak dua kali dan mendapatkan hasil ketebalan lapisan krom yang relatif homogen secara kualitatif. Pipa yang dilapisi pada penelitian ini adalah Stainless Steel 304 1/8 SCH 10S OD = 10 mm; ID = 6 mm dengan panjang 320 mm dengan rasio  $l/d = 53,3$ . Bahan pelapis yang digunakan adalah Krom. Parameter proses pelapisan yang digunakan: Temperatur elektrolit  $50^{\circ}\text{C}$ , laju aliran saat proses pelapisan dengan waktu 180 menit sebesar 0,55 ml/s, sedangkan laju aliran proses pelapisan dengan waktu 120 menit sebesar 0,51 ml/s, kuat Arus yang digunakan 8 ampere, tegangan 12 volt, dengan variasi waktu pelapisan 120 menit dan 180 menit. Hasil ketebalan pelapisan diamati menggunakan mikroskop optik dengan total pembesaran 500x pada tiga bagian pipa (atas, tengah dan bawah) dengan empat titik yang berbeda  $0^{\circ} - 90^{\circ} - 180^{\circ} - 270^{\circ}$  per bagian. Hasil pelapisan krom yang diperoleh dari pengamatan kualitatif, relatif homogen keseluruhan permukaan dalam pipa.

Kata kunci: elektroplating, krom, ketebalan lapisan, waktu dan kuat arus.

## **ABSTRACT**

*Electroplating is the process of coating metal surfaces using a DC (Direct Current) electric current source and electrolyte chemical compounds that aim to transfer coating particles to the metal to be coated. In general, the coating process uses the soak electroplating method. But when used to coat the inner surface of the pipe, especially with a length to diameter ratio ( $l/d$ ) > 50, Obtaining homogeneous and consistent coating results becomes complicated and complex. This study aims to perform the test twice and obtain a relatively homogeneous chrome coating thickness qualitatively. The pipe coated in this study is Stainless Steel 304 1/8 SCH 10S OD = 10 mm; ID = 6 mm with a length of 320 mm with a  $l/d$  ratio = 53.3. The coating materials used are Chrom. Coating process parameters used: Electrolyte temperature 50°C, flow rate during the coating process with a time of 180 minutes of 0.55 ml/s, while the flow rate of the coating process with a time of 120 minutes of 0.51 ml/s, strong current used 8 amperes, 12 voltage, with variations in coating time of 120 minutes and 180 minutes. The results of the coating thickness were observed using an optical microscope with a total of 500x readings on three pipe sections (top, middle and bottom) with four different points 0° - 90° - 180° - 270° per section. The chrome plating results obtained from qualitative observations were relatively homogeneous throughout the inner surface of the pipe.*

*Keywords: electroplating, chrome, plating thickness, time, and current strength.*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Elektroplating adalah proses pelapisan permukaan logam dengan menggunakan sumber arus listrik DC (Direct Current) dan senyawa kimia elektrolit yang bertujuan untuk memindahkan partikel pelapis ke logam yang akan dilapisi. Material yang dilapisi terletak pada kutub negatif (katoda) dan material yang melapisi terletak pada kutub positif (anoda). Pelapisan electroplating dapat didefinisikan sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit [1].

Sejumlah negara berkembang, electroplating berkembang pesat menjadi industri kecil dan menengah. Terutama di sektor industri, proses pelapisan logam secara bertahap menjadi kebutuhan dan merupakan metode pelapisan yang lebih disukai dari pada opsi lainnya. Dalam proses pelapisan pipa pada umumnya yang dilapisi lebih banyak pada bagian luar pipa sehingga bagian dalam pipa tidak terlapisi dengan baik. Alternatif lainnya adalah dengan menggunakan metode siklus tertutup yang akan melapisi bagian dalam pipa tanpa melapisi bagian luar permukaannya. Tujuan pelapisan adalah untuk mencegah korosi, meningkatkan penampilan permukaan, dan meningkatkan sifat mekanik logam [2].

Pelapisan bertujuan untuk melindungi dari korosi, meningkatkan penampilan permukaan logam dan meningkatkan sifat mekanik suatu logam. Lapisan dalam pipa yang kurang baik tersebut menyebabkan bagian dalam lebih mudah terkorosi serta menurunkan kualitas pipa. Pada umumnya proses perlakuan pelapisan electroplating dilakukan dengan metode merendam (pencelupan) dalam suatu bak penampungan yang telah disediakan. Metode pelapisan dengan cara merendam tersebut membuat pelapisan bagian dalam pipa tidak terlapisi dengan sempurna. Pada penelitian ini bermula dari hasil uji prototype yang belum homogen ketebalan lapisannya, maka dilakukan pengujian dengan berbagai variasi parameter untuk mendapatkan hasil ketebalan lapisan yang homogen.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat mendefinisikan yaitu mengetahui keterkaitan parameter proses pelapisan krom terhadap hasil ketebalan lapisan krom pada *prototype* alat yang ada.



### 3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian sebanyak dua kali dan mendapatkan hasil ketebalan lapisan krom yang relatif homogen secara kualitatif.

### 4. Lingkup Penelitian

Adapun lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

- *Elektrolit* yang digunakan krom.
- Pipa yang digunakan dalam penelitian adalah pipa *stainless steel* 304 1/8 in SCH 10s (OD 10 mm; ID 6 mm) dengan panjang 320 mm.
- Temperatur *elektrolit* yang digunakan 50°C.
- Elektroda yang digunakan baja perak dengan diameter 2 mm dan panjang 600 mm.
- Sumber arus yang digunakan 8 *Ampere*.
- Waktu pelapisan 120 menit dan 180 menit.

### 5. Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun bab demi bab dan terdiri dari lima bab. Isi masing-masing bab adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II STUDI LITERATUR**

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang relevan dengan judul skripsi. Teori-teori tersebut diperoleh dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, dan artikel.

#### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini membahas diagram alir penelitian, konsep desain alat pelapisan siklus tertutup, langkah – langkah melakukan pengujian dan prinsip kerja alat pelapisan *trough flow cloosed loop electroplating*.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas biaya komponen pengujian, hasil perhitungan pipa yang dilapisi untuk mencari kecepatan, debit, dan bilangan reynold. Dan membahas analisis hasil pengujian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan dan saran dari penelitian. Bab ini merangkum hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **1. Kesimpulan**

Dari penelitian ini melakukan pengujian pelapisan permukaan dalam pipa dengan menggunakan pipa stainless steel 304 1/8 in SCH 10S OD = 10 mm; ID = 6 mm dengan Panjang 320 mm. Bahan pelapis yang digunakan adalah krom dengan parameter proses lapisan yang digunakan yaitu temperatur 50°C, kuat arus 8 ampere, tegangan 12 volt. Waktu pelapisan yang digunakan adalah 120 menit dan 180 menit.

Adapun laju aliran elektrolit sebesar 0,55 ml/s dan 0,51 ml/s yang mana merupakan aliran laminar karena bilangan reynoldnya 53,133 dan 49,269.

Hasil pelapisan krom yang diperoleh dari pengamatan kualitatif visual melalui mikroskop, relatif homogen dimana krom melapisi keseluruhan permukaan dalam pipa.

### **2. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya perlu diperhatikan kembali beberapa hal yang dapat mempengaruhi pada saat proses pelapisan dilakukan antara lain proses penghalusan permukaan dalam pipa sebelum dilapis, pembersihan pipa sesudah dilakukannya penghalusan permukaan, pemberian tanda pada pipa sebelum proses pelapisan, dan pembersihan beberapa komponen pada alat setelah proses pelapisan dilakukan agar komponen pada alat selalu bersih pada saat digunakan kembali. Untuk penjepit spesimen perlu diperhatikan agar selalu mencengkam lebih kuat supaya pada proses pelapisan berlangsung arus yang digunakan tetap konstan. Saran selanjutnya, perlunya dilakukan pengujian yang lebih komprehensif dari berbagai variasi parameter pelapisan yang disertai dengan pengukuran kuantitatif ketebalan lapisan. Disisi lain, ada peralatan pelapisan yang perlu ditingkatkan yaitu besar Arus listrik sampai dengan 30 *ampere* sehingga waktu yang digunakan pada saat melapisi lebih singkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Barming, “Analisa Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Chrome terhadap Sifat Mekanik pada Permukaan Baja SS400 dengan Metode Elektroplating,” hal. 1–13, 2019.
- [2] R. E. Smallman, “*Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering Butterworth Heinemann*’. 1999.,” hal. 979–990, 2022.
- [3] I. M. Sudana, I. A. A. Arsani, dan I. G. . S. Waisnawa, “Alat Simulasi Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating,” *J. Log.*, vol. 14, no. 3, hal. 190–198, 2014.
- [4] S. M. B. Respati, “Bahan Biomaterial *Stainless Steel* Dan Keramik,” *Momentum*, vol. 6, no. 1, hal. 5–8, 2010.
- [5] “*Homogeneity, and C. B. of N. and B. C. Metallurgical, Mechanical, Wear, J. Deposited on 304 Stainless Steels Developed by Microwave Cladding Technique, D. Mater. Res. Technol.*, vol. 27, no. November, pp. 5854–5867, 2023, dan 10.1016/j.jmrt.2023.10.202., “S. Prakash, S. Sharma, A. Pratap, M. Abbas, and E. M. Tag-eldin.”
- [6] *iron and steel society*, “*Steel products manual*. 1999.”
- [7] N. Setiawan, Yoga; Sulistyono, “Pelapisan *Stainless Steel Aisi 304* Menggunakan Nikel (Ni) Melalui Proses Elektroplating,” *J. Tek. Mesin Undip*, vol. 5, no. 1, hal. 16–24, 2017.
- [8] S. Basmal, Bayuseno, “Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekasaran,” vol. 3, no. 1, hal. 7–9, 2010.
- [9] A. Syarifudin, Laju Korosi Pelapisan Krom Dan Nikel Dengan Proses Elektroplating Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Variasi Waktu, vol. 21, no. 1. 2020. [Daring].
- [10] S.H Purwanto, “Teknologi industri elektroplating,” no. August, 2022.
- [11] Naufal Denhas, “Analisa Variasi Waktu Pelapisan Chrome pada Permukaan Baja Aisi 1006Menggunakan Metode Electroplatingdengan Waktu 10 Menit Dan 15 Menit,” 2019.
- [12] I. Hilmi dan Sutarno, “*Electroplating Chrome* Baja ST 37 Dengan Perubah Tegangan Listrik 6V, 10V, Dan 12V Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan,” *Edu Elektr. J.*, vol. 9, no. 1, hal. 5–10, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduel/article/view/36659>
- [13] T. Setiawan, Z. Abidin, dan C. Hendra, “Pembuatan Prototype Alat Electro Plating Untuk Home Industri,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. 8, no. 1, hal. 145–149, 2021.

- [14] T. M. Aini dan D. Dahlan, "Ekstrak Kulit Batang Bakau sebagai Inhibitor Korosi Baja Komersil," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 2, hal. 156–162, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.2.156-162.2021.
- [15] U. M. Surakarta, "Studi pelapisan krom dengan proses elektroplating pada handel rem sepeda motor dengan variasi waktu penahan celup terhadap ketebalan lapisan," hal. 1–14, 2013.
- [16] A. Rasyad dan B. Budiarto, "Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektroplating terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, hal. 173–182, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.03.4.
- [17] M. Y. Niam, H. Purwanto, dan S. M. B. Respati, "Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekerasan Lapisan," *Momentum*, vol. 13, no. 1, hal. 7–10, 2017.
- [18] A. Fahreza Alphanoda, "Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi pada Hasil *Electroplating Hard Chrome*," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 1, no. 1, hal. 1–6, 2016.
- [19] K. Varjabedian, S. A. Dussart, dan W. J. McClary, "*Publications of Los Alamos research 1988*," hal. 264, 1989, [Daring]. Tersedia pada: [http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:21034691](http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:21034691)
- [20] and S. V. B. Kerle, M. Opper, "*Hexavalent Chromium Processes.*,"
- [21] B. H. Priyambodo dan Y. Kristiawan, "Pengaruh Durasi *Hard Chrome* Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C," *J. Crankshaft*, vol. 3, no. 2, hal. 29–34, 2020, doi: 10.24176/crankshaft.v3i2.5212.
- [22] B. Setyahandana dan Y. E. Christianto, "Pengaruh *Hard Chrome* Plating pada Peningkatan Kekerasan Baja Komponen Kincir," *Media Tek. J. Teknol.*, vol. 12, no. 1, hal. 26–35, 2017.
- [23] S. Raharjo, "Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses *Electroplating* Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom Samsudi," *Jurnal.Unimus.Ac.Id*, hal. 296–308, 2010.
- [24] K. Dennis, "*The Fascination of Surface Engineering*," *Trans. IMF*, vol. 79, no. 1, hal. 7–15, Jan 2001, doi: 10.1080/00202967.2001.11871352.
- [25] E. L. Abel, J. M. Angel, K. Kiguchi, dan J. DiGiovanni, "*Multi-stage chemical carcinogenesis in mouse skin: fundamentals and applications.*," *Nat. Protoc.*, vol. 4, no.

- 9, hal. 1350–1362, 2009, doi: 10.1038/nprot.2009.120.
- [26] H. Riafinola, S. Lifitri, M. T. Ginting, dan B. Budiana, “Kajian Efektivitas Larutan Etsa  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{FeCl}_3$ , dan  $\text{CuCl}_2$  pada Multilayar *Rigid Printed Circuit Board*,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, hal. 15–18, 2019, doi: 10.30871/jaee.v3i1.1395.
- [27] P. S. S. A. Wibowo Nugroho Jati, L. Indah Murwani, “Pemanfaatan Bakteri Indigenus dalam Reduksi Logam Berat Cu pada Limbah Cair Proses Etching Printed Circuit Board (PCB),” *Biota J. Ilm. Ilmu-Ilmu Hayati*, vol. 3, no. 2, hal. 87–95, 2018, doi: 10.24002/biota.v3i2.1897.
- [28] M. Kartaman, Junaedi, A. Sari, dan E. Nurlaily, “Pembakuan Metode Uji Metalografi PEB U-Mo/Al Pasca Iradiasi,” *Hasil-Hasil Penelit. EBN*, vol. 1, no. 1, hal. 158–167, 2015.
- [29] J. Susanto *et al.*, “Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Waktu Aging Pada Perlakuan Panas T6 Terhadap Struktur Mikro,” *J. Has. Penelit. LPPM Untag Surabaya*, vol. 01, no. 02, hal. 227–238, 2016.
- [30] K. Geels, D. Fowler, W.-U. Kopp, dan M. Rückert, “*Metallographic and Materialographic Specimen Preparation, Light Microscopy, Image Analysis and Hardness Testing*,” *Metallogr. Mater. Specim. Prep. Light Microsc. Image Anal. Hardness Test.*, 2007, doi: 10.1520/mnl46-eb.