

ALAT SIMULASI PELAPISAN LOGAM DENGAN METODE ELEKTROPLATING

I Made Sudana¹, Ida Ayu Anom Arsani² dan I.G.N Suta Waisnawa³

1,2 dan 3 Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, PO.Box 1064 Tuban Badung-Bali

Telp.(0361)701981 fax 701128

E-mail : danatin_dpm@yahoo.co.id

Abstrak : Proses pelapisan logam yang menggunakan arus listrik searah (DC) melalui metode elektrolisa. Lapis listrik memberikan suatu perlindungan logam memanfaatkan logam-logam tertentu sebagai lapis lindung atau korban misalnya *copper, nickel, zinc, chromium*, emas, perak, kuningan, perunggu dan lain sebagainya. Tujuan pembuatan alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating sebagai media pembelajaran pelapisan logam pada permukaan. Alat pelapisan logam menggunakan bak kaca tebal 10 mm, volume 54,72 liter, larutan nikel, *Aerator* dan trafo 50 amper, tegangan 12 volt, dengan waktu pelapisan 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit. Pengujian lapisan yaitu pengukuran ketebalan lapisan dan pengujian kekerasan lapisan dengan menggunakan metode Brinell. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu pelapisan maka penampilan benda uji yang dilapisi lebih mengkilap, tebal lapisan dan kekerasan semakin meningkat. Pada 5 periode waktu pelapisan yaitu : 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit lapisan yang dihasilkan sebesar: 122,57 HB, 133,16 HB, 143,00 HB, 164,85 HB, dan 211,59. Tebal lapisan sebesar: 0,639 μm , 1,05 μm , 1,361 μm , 1,66 μm dan 1,994 μm . Selain meningkatkan sifat fisik juga memberikan nilai estetika pada permukaan benda uji yang dilapisi.

Kata Kunci : Pelapisan, Logam dan *Elektroplating*

SIMULATION TOOL WITH METAL COATING METHODS ELECTROPLATING

Abstract : Metal coating process uses direct current (DC) through electrolysis method. Electric layers provide a protective metal utilizing certain metals as a protection layer or the victim such as *copper, nickel, zinc, chromium, gold, silver, brass, bronze* and so forth. The purpose of making simulation tools with metal plating electroplating method is as a learning of medium metal coating on the surface. Metal coating tool uses 10 mm thick glass tub, volume 54.72 liters, nickel solution, *Aerator* and 50 ampere transformer, voltage 12 volts. Plating time takes 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes, 75 minutes and 90 minutes. Testing the coating layer thickness measurement and coating hardness testing can be done using the Brinell method. The test results showed the longer the time used for coating the coated specimen is shinier, which increases the layer thickness and hardness. Plating time is: 30 min, 45 min, 60 min, 75 min and 90 min layer produced by: 122.57 HB, 133.16 HB, 143.00 HB, 164.85 HB, and 211.59 HB. Thickness of layer: 0.639 μm , 1.05 μm , 1.361 μm 1.66 μm and 1.994 μm . In addition to improving the physical properties also provide aesthetic value to the coated surface of the test specimen.

Keywords: Coating, Metal and *Electroplating*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elektroplating merupakan salah satu metode dari pelapisan logam yang juga disebut elektrodposisi, yaitu suatu proses pengendapan / deposisi logam pelindung di atas logam lain dengan cara elektrolisa. Logam-logam yang dapat digunakan sebagai pelapis adalah nikel, chromium, mangan, arsen, platinum, aurum, plumpun, dan lain-lain (Hadir Kaban,dkk., 2010). Dewasa ini perkembangan pelapisan logam dengan metode elektroplating banyak diterapkan dalam berbagai bidang industri. Khususnya di Bali, industri yang menyediakan jasa pelapisan umumnya masih sedikit, hal ini menyebabkan informasi tentang

teknologi pelapisan dengan metode elektroplating relatif sulit diperoleh.

Kebutuhan akan informasi tentang teknologi pelapisan logam sangat diperlukan masyarakat, maka perlu adanya media pembelajaran tentang teknologi pelapisan logam. Pada Jurusan Teknik Mesin materi pembelajaran tentang teknologi mekanik belum ada bahan kajian tentang pelapisan logam, yaitu mata kuliah kimia terapan diperlukannya alat praktikum pelapisan logam dan sampai saat belum ada alat simulasi pelapisan logam. Beranjak dari kondisi ini perlu adanya alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating.

Alat simulasi yang akan dibuat diharapkan sebagai media pembelajaran, dengan bak pelapis alat

simulasi menggunakan kaca agar para pengguna mengetahui proses terjadinya pelapisan logam secara elektroplating yang akan terjadi. Dengan demikian mahasiswa Politeknik Negeri Bali Jurusan Teknik Mesin pada khususnya dan masyarakat umumnya, mengetahui terjadinya proses pelapisan logam dengan metode elektroplating secara praktek. Selain itu mengetahui peralatan apa saja yang digunakan dalam proses pelapisan logam dengan metode elektroplating.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan ruang lingkup permasalahan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating ?
2. Bagaimana hasil pelapisan logam dari alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating pada permukaan logam?

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelapisan Logam

Pelapisan logam merupakan suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan terhadap sifat fisiknya. Pelapisan logam merupakan bagian akhir dari proses produksi dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir atau setelah 6 proses pengerjaan mesin serta penghalusan terhadap permukaan benda kerja yang dilakukan (Azhar, 1999). Adapun fungsi dan tujuan dari pelapisan logam adalah:

1. Melindungi logam dari korosi.
2. Melindungi logam besar dengan logam mulia, misalnya pelapisan besi dan logam lain.
3. Memperbaiki tampak rupa (dekorasi) misalnya pelapisan emas, perak, kuningan, dan tembaga.
4. Meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (abrasi), misalnya pelapisan besi.
5. Memperbaiki kehalusan/bentuk permukaan dan toleransi logam dasar, misalnya pelapisan nikel, *chromium* dan lain-lain.
6. *Elektroforming* yaitu membentuk benda kerja dengan cara endapan.

Teknik pelapisan merupakan teknik perlindungan logam yang berhubungan dengan teknik pelapisan logam berdasarkan reaksi elektrokimia dengan menggunakan material pelapis logam maupun non logam.

Teknik pelapisan logam dengan logam dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu :

1. Pelapisan logam dengan cara listrik (elektroplating)

Pelapisan secara listrik (elektroplating) adalah proses pelapisan logam yang menggunakan arus listrik searah (DC) melalui metode elektrolisa. Lapis listrik

memberikan suatu perlindungan logam memanfaatkan logam-logam tertentu sebagai lapis lindung atau korban misalnya *copper*, *nickel*, *zinc*, *chromium*, emas, perak, kuningan, perunggu dan lain sebagainya (Kaban, dkk., 2010). Beberapa contoh pelapisan logam yang dilakukan dengan metode elektroplating antara lain :

a. Pelapisan Tembaga

Pelapisan tembaga merupakan pelapisan yang disebut pelapisan pendahuluan sebelum dilakukan pelapisan selanjutnya, yang tebalnya berkisaran 1-3 mikron. Bilamana logam yang dilapisi terbuat dari baja (dan paduannya), biasanya pelapisan perantara perlu dilakukan. Sedangkan untuk logam yang dilapisi tembaga (dan paduannya), tidak perlu dilakukan karena unsur tembaga sudah ada. Pelapisan tembaga banyak digunakan antara lain untuk memperoleh lapisan logam, dengan tujuan antara lain:

1. Sebagai lapisan prantara (dasar/strike)
2. Sebagai lapisan dengan daya hantar panas dan arus listrik yang baik

b. Pelapisan Nikel

Pelapisan Nikel merupakan pelapisan lanjutan dari lapisan tembaga dan diakhiri dengan lapisan seperti *chromium*, emas dan lainnya. Tebal lapisan nikel biasanya ditingkatkan sampai 20 mikron. Proses pelapisan nikel terjadi karena adanya perpindahan ion-ion logam nikel dari anoda dan ion-ion nikel didalam larutan secara kontinyu sesuai dengan arus listrik yang dialirkan. Ion-ion tadi mengendap pada katoda dan membentuk suatu lapisan nikel pada permukaan bahan yang akan dilapis.

c. Pelapisan Chromium

Pelapisan Chromium merupakan lapis lindung atau pengerjaan permukaan (*surface treatment/metal finishing*) pada tahun 1930 dan merupakan lapisan yang mempunyai sifat-sifat yang keras, warna putih kebiru-biruan, tahan korosi, tidak berubah warna terhadap pengaruh cuaca dan tahan terhadap efek kekusaman yang tinggi.

2. Pelapisan logam dengan cara celup panas (*hot dip*)

Pelapisan secara celup panas adalah suatu proses pelapisan di mana logam pelapis dipanaskan hingga mencair/meleleh, kemudian logam yang akan dilapis disebut logam yang disebut logam dasar dicelupkan kedalam logam cair tersebut, sehingga pada permukaan logam dasar akan terbentuk lapisan berupa paduan (*alloying*) antara logam pelapis dan logam dasar dalam bentuk ikatan metalurgis yang kuat dan tersusun secara belapis-lapis yang disebut fasa (Azhar, 1999).

3. Pelapisan logam dengan cara semprot (*metal spraying*)

Proses pelapisan logam dengan semprot (*metal spraying*) adalah suatu proses pelapisan logam dengan cara penyemprotan pratikel-pratikel halus dari logam cair atau bukan dengan disertai gas bertekanan tinggi

dan panas pada logam yang akan dilapisi/logam dasar (Azhar,1999).

2.3 Proses Pelapisan Logam

Sebelum proses pelapisan dilakukan, permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dalam kondisi benar-benar bersih, bebas dari bermacam-macam pengotor. Hal ini mutlak agar bisa didapat hasil lapisan yang baik. Untuk mendapatkan kondisi seperti tersebut perlu dilakukan pengerjaan pendahuluan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Menghilangkan semua pengotor yang ada di permukaan benda kerja seperti pengotor organik, anorganik/oksida dan lain-lainnya.
2. Mendapatkan kondisi fisik benda kerja yang lebih baik.

Teknik pengerjaan persiapan ini tergantung dari pengotornya, tetapi secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Pembersihan Secara Mekanik

Pengerjaan ini bertujuan untuk menghapuskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram-geram yang masih melekat pada benda kerja. biasanya untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram tersebut dilakukan di mesin gerinda, sedangkan penghalusannya dilakukan dengan proses *buffing*. Prinsipnya sama dengan mesin gerinda, tetapi roda/*wheel* polesnya yang berbeda yaitu terbuat dari bahan katun, kulit, laken dan sebagainya. Selain dari pengerjaan seperti tersebut di atas, kadang-kadang diperlukan proses lain misalnya *brushing*, *brighthening* dan lain sebagainya.

b. Pembersihan / pencucian dengan pelarut (*solvent*)

Proses ini bertujuan untuk membersihkan lemak, minyak, garam dan kotoran-kotoran lainnya dengan menggunakan pelarut organik. Pembersihan dilakukan dengan cara *vapour degreasing* yaitu proses pembersihan dengan pelarut yang tidak mudah terbakar. Prinsipnya, benda kerja diuapkan dengan pelarut tersebut dalam keadaan panas, kemudian kotoran akan mengembun atau menguap karena adanya reaksi dari bahan pelarut. Proses pembersihan pada temperatur kamar menggunakan pelarut organik, tetapi dilakukan pada temperatur kamar dengan cara dioleskan.

c. Pembersihan / Pencucian Dengan Alkalin (*Degreasing*)

Pekerjaan ini bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari lemak atau minyak-minyak yang menempel. Pembersihan ini perlu sekali, karena lemak maupun minyak akan mengganggu pada proses pelapisan, karena mengurangi kontak antara lapisan dengan logam dasar / benda kerja. Pencucian dengan alkalin digolongkan dalam dua cara yaitu dengan cara biasa (*alkalin degreasing*) dan dengan cara elektro (*elektrolitic degreasing*). Pembersihan secara biasa adalah merendamkan benda kerja ke dalam larutan alkalin dalam keadaan panas selama 5–10 menit. Lamanya perendaman harus disesuaikan dengan

kondisi permukaan benda kerja. Seandainya lemak atau minyak yang menempel lebih banyak, maka diajukan lamanya perendaman ditambah hingga permukaan bersih dari noda-noda tersebut. Pembersihan secara elektro bertujuan selain akan didapatkan hasil pembersihan yang lebih bersih juga meningkatkan kecepatan pencucian dengan lempengan karbo. Bila benda kerja yang akan dibersihkan ditempatkan pada arus listrik positif, maka prosesnya disebut anoda *clening/degreasing*, begitu pula sebaliknya.

d. Pembersihan / Pencucian Dengan Asam (*Pickling*)

Pencucian dengan asam adalah bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari oksida atau karat dan sejenisnya secara kimia melalui perendaman. Larutan asam ini terbuat dari pencampuran air bersih dengan asam antara lain :

1. Asam klorida (HCl)
2. Asam sulfat (H_2SO_4)
3. Asam sulfat dan asam fluorida (HF)

Reaksi proses pickling sebetulnya adalah proses elektro kimia dalam sel galvanis antara logam dasar (anoda) dan oksida katoda. Gas H_2 yang timbul dapat mereduksi ferrioksida menjadi ferro oksida yang mudah larut. Dalam reaksi ini biasanya diberikan indikator agar reaksi tidak terlalu cepat dan menghasilkan pembersihan yang merata. Pada benda kerja dari besi/baja cor yang masih mengandung pasir maka pelarut yang digunakan asam sulfat dan asam fluorida.

2.4 Ketebalan Lapisan

Ketebalan lapisan yang berbentuk dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

1. Dengan cara mengukur ketebalan lapisan pada foto yang telah diambil kemudian dibandingkan dengan ketebalan yang telah diketahui dengan pembesaran yang sama, digunakan pada saat pengamatan dan pengambilan foto. Dalam hal ini mikroskop hanya digunakan untuk mengamati ketebalan dari lapisan yang terbentuk.
2. menghitung massa sampel sebelum dan sesudah dilapisi, menggunakan persamaan :

$$T = \frac{W}{\rho \cdot A} \dots\dots(2.1); (\text{Setyowati, 2012})$$

Dimana:

T = tebal lapisan yang terbentuk (μm)

m_1 = massa sebelum dilapisi

m_2 = massa setelah dilapisi

$W = m_1 - m_2$ = massa lapisan yang terbentuk (gr)

ρ nikel = massa jenis nikel (gr/cm^3)
= 8,90 gr/cm^3

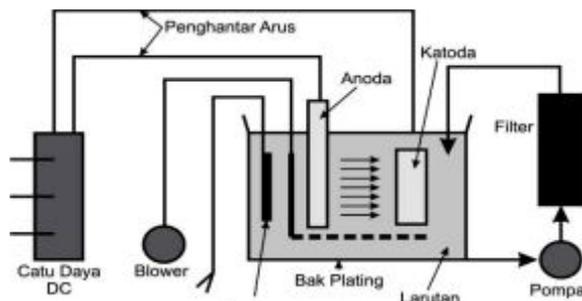
A = luas permukaan setelah dilapisi (cm^2)

2.5 Prinsip Kerja Metode Elektroplating

Pada prinsipnya logam dengan cara lapis elektroplating merupakan rangkaian dari arus listrik searah, anoda, larutan elektrolit dan katoda (benda kerja). Ke empat gugusan ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu lapis listrik (elektroplating) dengan rangkaian sebagai berikut :

1. Anoda dihubungkan ke kutub positif dari sumber listrik searah,
2. Katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik searah,
3. Anoda dan katoda direndam dalam larutan elektrolit.

Bila arus listrik searah dialirkan antara kedua elektroda anoda dan katoda dalam larutan elektrolit, maka muatan ion positif ditarik oleh elektroda katoda. Sementara ion bermuatan negatif berpindah ke arah elektroda bermuatan positif. Ion-ion tersebut di netralisir oleh kedua elektroda dan larutan yang hasilnya diendapkan pada elektroda katoda, hasil yang terbentuk atau yang terjadi adalah lapisan logam dan gas hidrogen. Prinsip kerja pelapisan logam dengan metode elektroplating, pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian pelapisan Logam
Sumber : Hadir Kaban,dkk., 2010.

2.5.1 Perangkat dan Tahapan Kerja Pelapisan Logam

Dalam pembuatan alat pelapisan logam dengan metode elektroplating diperlukan perangkat utama yaitu:

1. Bak (tempat larutan elektrolit)
2. Rak atau penggantung (tempat katoda dan anoda)
3. Penyearah arus (*Rectifier*)
4. Penyaring (*filter larutan*)
5. Anoda
6. Katoda

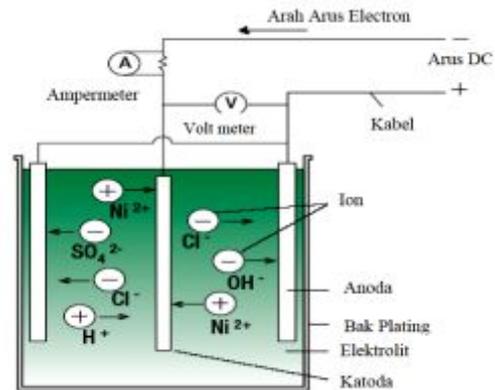
Tahapan proses pelapisan logam dengan metode elektroplating terbagi dalam beberapa tahapan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tahapan pekerjaan
Sumber : Azhar, 1999.

2.5.2 Reaksi Elektrolisa Pada Pelapisan Logam

Dalam larutan elektrolit pada pelapisan logam metode elektroplating, ion-ion positif cenderung bergerak ke katoda, sedangkan ion-ion negatif bergerak ke anoda peristiwa tersebut dapat dijelaskan seperti Gambar 2.3.

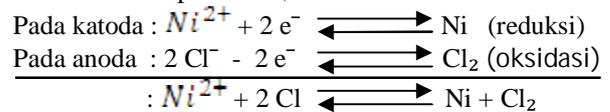


Gambar 2.3 Reaksi Larutan Elektrolit
Sumber : Abu Mutholib,dkk., 2006.

Contoh reaksi larutan nikel chlorid (NiCl)



Ion Ni^{2+} lebih aktif dari H_2 tetapi lebih mudah direduksi dari pada H_2O dari Cl^- lebih mudah dioksidasi dari pada OH^- , maka



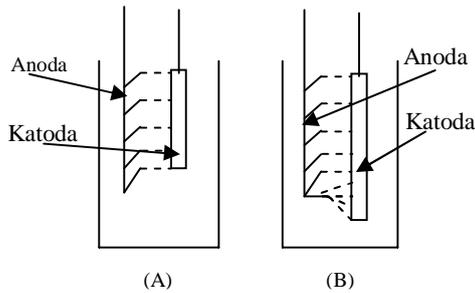
2.5.3 Anoda

Dalam proses pelapisan listrik distribusi arus ikut menentukan baik buruknya lapisan. Kenyataannya distribusi arus tidak sama dengan arus dibagi luas permukaannya, umumnya arus cenderung terkonsentrasi pada ujung/tepi benda kerja (katoda). Anoda yang baik berbentuk silinder padat dan untuk ukuran panjang anoda harus sesuaikan dengan panjang benda kerja yang dilapisi.

Anoda yang baik berbentuk silinder, padat dan ukurannya panjang anoda harus disesuaikan dengan panjang benda kerja yang dilapisi. Anoda harus lebih pendek dari benda kerja yang dilapisi untuk mengurangi kelebihan arus yang menyebabkan ketebalan dari lapisan tidak merata dan terbakar pada ujung benda kerja, seperti terlihat pada Gambar 2.4.

Distribusi arus dapat diusahakan mendekati rata antara lain dengan mengatur jarak/letak anoda. Anoda dan barang yang akan dilapisi sedemikian rupa sehingga posisinya memungkinkan benda kerja terlapis rata. Untuk itu sewaktu penempatan anoda harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut (Azhar, 1999):

1. Anoda sebaiknya berhadapan langsung dengan benda kerja yang akan dilapisi (katoda)
2. Usahakan jarak antara anoda dan katoda 200-300 (mm)



Gambar 2.4 (A) Anoda Lebih Panjang dan (B) Anoda Lebih Pendek

III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui proses perancangan dan pembuatan alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating sebagai media pembelajaran pelapisan pada logam
2. Untuk mengetahui hasil pelapisan logam menggunakan metode elektroplating pada proses pelapisan permukaan logam.

3.2 Manfaat Penelitian

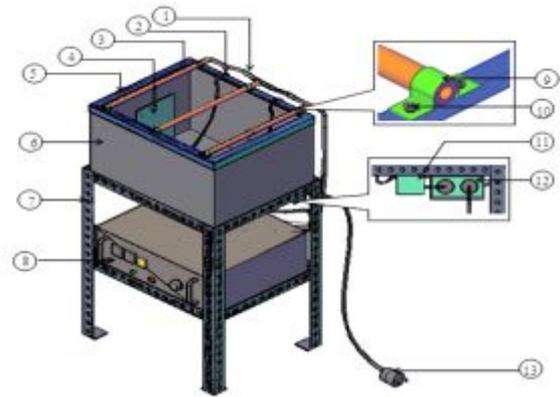
Luaran produk peralatan yang dihasilkan adalah alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating yang dapat digunakan sebagai media pelapisan logam untuk meningkatkan daya tahan logam terhadap korosi dan sebagai media pengujian proses pelapisan logam oleh mahasiswa jurusan Teknik Mesin

IV METODE PENELITIAN

4.1 Konsep Rancangan

Pelapisan logam dengan metode elektroplating merupakan pelapisan logam secara elektrolisa melalui penggunaan arus listrik searah (DC). Arus listrik tersebut berfungsi sebagai penghantar ion-ion logam yang terdapat pada larutan elektrolit, ke elektroda katoda maupun anoda.

Metode pelapisan logam elektroplating menggunakan perangkat utama yaitu penyearah arus (*Rectifier*) sebagai sumber arus, bak pelapis yang digunakan dengan ukuran 500 x 400 x 300 (mm) dengan menggunakan kaca yang tebalnya 10 mm agar bersifat isolator, netral terhadap larutan elektrolit yang digunakan dan tahan terhadap korosi. Di dalam bak terdapat larutan elektrolit sebagai penyuplai ion-ion logam. Anoda dan katoda sebagai elektroda, anoda yang digunakan yaitu logam Nikel dan katoda sebagai benda kerja yang digunakan yaitu baja St 37. Pengaduk larutan menggunakan *aerator* sehingga mencegah terjadinya bintik-bintik pada benda kerja. Penggantung anoda dan katoda menggunakan pipa tembaga ø15mm. Perangkat tersebut disusun sedemikian rupa pada bak pelapis, pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Rancangan Alat Simulasi Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating

Keterangan :

1. Kabel
2. Selang *aerator*
3. Dudukan anoda dan katoda
4. Anoda (Logam nikel)
5. Lis Penguat
6. Bak Pelapis
7. Rangka
8. Trafo
9. Klem
10. Baut Pengikat
11. *Aerator*
12. Stop kontak
13. Steker

4.2 Bahan

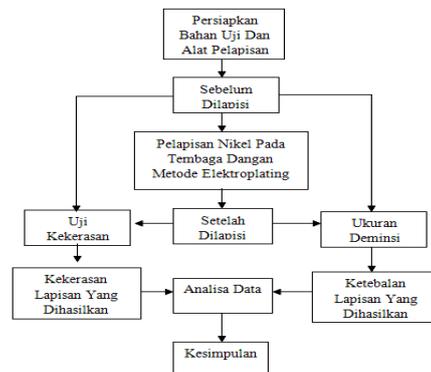
Bahan pembuatan Alat Simulasi Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating, seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Bahan Pembuatan Alat

No.	Komponen	Bahan
1	Bak pelapis	Kaca, tebal 10 mm
2	Larutan elektrolit	Larutan Nikel <i>Nikel Sulfat</i> (NiSO ₄), <i>Nikel Chlorida</i> (NiCl ₂) dan <i>Boric Acid</i> (H ₃ BO ₃)
3	Pengikat sambungan bak pelapis	Plat 1 mm (50x120)mm 8 unit
4	Penyearah arus listrik (DC)	Trafo 50 amper 12 volt
5	Tempat penggantung anoda dan katoda	Pipa tembaga ø15mm
6	Anoda	Logam Nikel
7	Katoda (benda uji)	Baja ST 37
8	Rangka	Kayu tebal 20 mm, baja profil L 40 x 40 x 2 (mm)
9	Pengaduk elektrolit	<i>Aerator</i> udara

4.3 Tahapan dan Prosedur Pengujian

Proses pengujian hasil rancangan dapat berfungsi untuk mengetahui hasil rancangan dengan melihat hasil lapisan logam seperti Gambar 4.2



V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Alat Simulasi Pelapisan Logam

Alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Alat Elektroplating

Alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating ini, pada bak pelapis menggunakan kaca tebal 10 mm mempunyai volume untuk menampung larutan yaitu sebesar 54,72 liter. Catu daya yang digunakan trafo 50 amper dengan arus searah (DC) dengan tegangan maksimal 12 volt. Pada rangka alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating memiliki dimensi tinggi 720 mm, panjang 509 mm dan lebar 409 mm. Alat ini disertai dengan aerator dan instalasi kabel tembaga NYAF ø 16 mm. Dan larutan nikel dengan komposisi : *Nikel Sulfat* (NiSO₄), *Nikel Chlorida* (NiCl₂), dan *Boric Aci* (H₃BO₃).

5.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating, yaitu sebelum benda kerja dicelupkan harus dalam keadaan bersih dan bebas dari kotoran yang menempel seperti lemak dan senyawa oksidan atau sulfide. Selanjutnya benda kerja yang sudah dibersihkan kemudian dikeringkan. Langkah selanjutnya benda uji dicelup pada bak pelapis. Trafo sebagai catu daya dengan arus DC akan mengalirkan arus menuju ke elektroda yaitu anoda (pelapis) dan katoda (benda uji), sehingga terjadilah pemindahan muatan ion positif ke elektroda katoda (benda uji), sementara ion bermuatan positif akan berpindah ke arah elektroda bermuatan positif sedangkan Ion-ion tersebut dinetralisir oleh kedua elektroda dan larutan yang dihasilkan akan diendapkan pada elektoda katoda, hasil yang terbentuk adalah lapisan logam yang melindungi seluruh bidang permukaan benda uji.

5.3 Proses pengambilan data

a. Pengolahan data kekerasan lapisan

- Metode : Brinell
- Penetrator (D) : Bola Baja, Diameter 2,5 mm
- Beban (F) : 62,5 kg
- Waktu : 15 detik
- Diameter indentasi : 0,74 mm

Contoh pengolahan data dari pengujian kekerasan dengan metode Brinell

$$HB = \frac{2F}{\pi \cdot D[D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

$$HB = \frac{2 \times 62,5}{3,14 \times 2,5 [2,5 - \sqrt{2,5^2 - 0,74^2}]}$$

$$HB = \frac{125}{7,85 [0,15]}$$

$$HB = 104,30 \text{ kg/mm}^2$$

Cara ini digunakan untuk semua percobaan kemudian hasil dicatat kedalam tabel. 5.1

Tabel 5.1 Data Kekerasan Belum Dilapisi

Hasil Uji Kekerasan Pelapisan Logam								
Metode Brinell								
Indentor : bola baja 2,5 mm								
Beban 62,5 kg								
Waktu Pelapisan	Benda Uji	Indentasi				HB	HB	Rata - rata HB
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d (mm)			
Belum dilapisi	1	0,73	0,75	0,76	0,74	104,3	102,89	
		0,77	0,76	0,78	0,77	100,11		
		0,74	0,74	0,79	0,75	102,87		
		0,75	0,75	0,74	0,74	104,3		
	2	0,74	0,78	0,76	0,75	102,87	101,478	
		0,76	0,76	0,79	0,77	100,11		
		0,77	0,75	0,78	0,76	101,47		
		0,78	0,76	0,75	0,76	101,47		
	3	0,75	0,77	0,75	0,75	102,87	100,96	
		0,76	0,78	0,76	0,76	101,47		
		0,77	0,80	0,77	0,78	98,78		
		0,75	0,78	0,76	0,78	98,78		
		0,76	0,76	0,78	0,76	101,47		
		0,75	0,76	0,78	0,76	101,47		
		0,75	0,75	0,72	0,74	104,30		
		0,75	0,75	0,72	0,74	104,30		

Tabel 5.2 Data Kekerasan Dilapisi 30 Menit

Hasil Uji Kekerasan dari Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating									
Metode Brinell									
Indentor : bola baja 2,5 mm									
Beban 62,5 kg									
Waktu Pelapisan	Benda Uji	Indentasi				HB	HB	Rata - rata HB	
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d (mm)				
30 menit	1	0,61	0,52	0,55	0,56	138,91	126,47		
		0,63	0,60	0,65	0,62	125,14			
		0,76	0,65	0,65	0,68	113,81			
		0,70	0,60	0,55	0,61	127,25			
		0,75	0,55	0,54	0,61	127,25			
	2	0,63	0,64	0,68	0,65	119,21	121,98		
		0,65	0,62	0,65	0,64	121,13			
		0,64	0,63	0,63	0,63	123,11			
		0,73	0,63	0,63	0,65	119,21			
		0,59	0,60	0,65	0,61	127,25			
	3	0,66	0,74	0,62	0,67	115,55	119,26		
		0,72	0,58	0,65	0,65	119,21			
		0,60	0,67	0,62	0,63	123,11			
		0,66	0,61	0,68	0,65	119,21			
			0,62	0,60	0,70	0,65	119,21		
			0,62	0,60	0,70	0,65	119,21		
			0,62	0,60	0,70	0,65	119,21		
			0,62	0,60	0,70	0,65	119,21		

Tabel 5.3 Data Kekerasan Dilapisi 60 Menit

Hasil Uji Kekerasan dari Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating								
Metode Brinell								
Indentor : bola baja 2,5 mm								
Beban 62,5 kg								
Waktu Pelapisan	Benda Uji	Indentasi				HB	HB	Rata - rata HB
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3(mm)	d (mm)			
60 menit	7	0,55	0,55	0,55	0,55	141,5	142,13	143,00
		0,5	0,65	0,55	0,56	138,9		
		0,50	0,54	0,54	0,52	149,85		
		0,64	0,48	0,58	0,55	141,5		
		0,55	0,57	0,57	0,56	138,9		
	8	0,55	0,47	0,47	0,49	159,23		
		0,58	0,59	0,55	0,57	136,41		
		0,57	0,56	0,54	0,55	141,5		
		0,60	0,57	0,54	0,57	136,41		
		0,57	0,51	0,46	0,51	152,86		
	10	0,58	0,52	0,54	0,54	144,18		
		0,54	0,60	0,57	0,57	136,41		
		0,57	0,55	0,57	0,56	138,9		
		0,50	0,55	0,57	0,54	144,18		
		0,52	0,57	0,55	0,54	144,18		

Tabel 5.4 Data Kekerasan Dilapisi 75 Menit

Hasil Uji Kekerasan dari Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating								
Metode Brinell								
Indentor : bola baja 2,5 mm								
Beban 62,5 kg								
Waktu Pelapisan	Benda Uji	Indentasi				HB	HB	Rata - rata HB
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d (mm)			
75 menit	11	0,49	0,50	0,40	0,46	169,83	157,95	164,85
		0,48	0,48	0,50	0,48	162,62		
		0,55	0,45	0,43	0,47	166,15		
		0,54	0,57	0,50	0,53	146,96		
		0,53	0,55	0,54	0,54	144,18		
	12	0,52	0,47	0,45	0,49	159,13		
		0,45	0,49	0,49	0,47	166,15		
		0,46	0,48	0,48	0,47	166,15		
		0,45	0,51	0,48	0,48	162,62		
		0,49	0,46	0,45	0,46	169,83		
	13	0,46	0,48	0,53	0,49	159,13		
		0,45	0,40	0,43	0,42	186,32		
		0,44	0,50	0,45	0,46	169,83		
		0,47	0,42	0,43	0,44	177,71		
		0,46	0,50	0,47	0,47	166,15		

Tabel 5.5 Data Kekerasan Dilapisi 90 Menit

Hasil Uji Kekerasan dari Pelapisan logam dengan Metode Elektroplating								
Metode Brinell								
Indentor : bola baja 2,5 mm								
Beban 62,5 kg								
Waktu Pelapisan	Benda Uji	Indentasi				HB	HB	Rata - rata HB
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	d (mm)			
90 menit	14	0,39	0,37	0,40	0,38	206,28	209,74	211,59
		0,34	0,38	0,39	0,37	211,95		
		0,36	0,39	0,38	0,38	206,28		
		0,39	0,35	0,41	0,38	206,28		
		0,32	0,38	0,37	0,36	217,92		
		0,40	0,38	0,39	0,39	200,91		
	15	0,39	0,42	0,40	0,40	195,80		
		0,34	0,39	0,39	0,37	211,95		
		0,36	0,39	0,36	0,37	211,95		
		0,37	0,35	0,36	0,36	217,92		
		0,35	0,39	0,43	0,39	200,91		
		0,36	0,39	0,41	0,38	206,28		
	16	0,34	0,33	0,37	0,34	230,94		
		0,37	0,35	0,33	0,35	224,24		
		0,36	0,36	0,34	0,35	224,24		

b. Pengolahan data hasil perhitungan ketebalan

Data hasil pengukuran kemudian dihitung untuk mendapatkan ketebalan. Dimensi benda uji sesuai dengan ukuran seperti berikut :

P (Panjang benda uji) = 89,5 mm
 L (Lebar benda uji) = 45,5 mm
 T (Tebal benda uji) = 6 mm

Mencari luas bidang benda uji

$$\text{Luas (A)} = 2(P.L) + 2(P.T) + 2(L.T)$$

$$= 2(89,5 \times 45,5) + 2(89,5 \times 6) + 2(45,5 \times 6)$$

$$= 9764,5 \text{ mm}^2$$

$$= 97,645 \text{ cm}^2$$

Dengan cara yang sama dicari luas dan massa dari benda uji yang lainnya, perhitungan dilanjutkan dengan mencari tebal dari lapisan menggunakan sistematis. Untuk menghitung massa lapisan adalah dengan mencari selisih dari massa benda uji sebelum dan setelah pelapisan ($W = m_2 - m_1$).

$$T = \frac{W}{P \cdot A}$$

Contoh : $m_1 = 219,79 \text{ gr}$
 $m_2 = 220,36 \text{ gr}$
 $w = 0,57 \text{ gr}$

$$T = \frac{0,57}{8,90 \times 97,645}$$

$$T = 0,0006559 \text{ cm}$$

$$T = 0,6559 \text{ } \mu\text{m}$$

Cara ini digunakan untuk semua percobaan kemudian hasil dicatat kedalam Tabel. 4.6

Tabel 5.6 Data Pengujian Ketebalan Lapisan

Data Pengujian Ketebalan Lapisan								
No	Waktu (menit)	m1 (gr)	m2 (gr)	w (gr)	Luas (Cm²)	T (Cm)	T(µm)	T rata-rata
1	30	219,79	220,36	0,57	97,645	0,000655	0,655	0,639
2		213,07	213,6	0,53	97,645	0,000609	0,609	
3		217,03	217,6	0,57	97,645	0,000655	0,655	
4	45	210,74	211,71	0,97	97,645	0,001116	1,116	1,05
5		220,44	221,3	0,86	97,645	0,000989	0,989	
6		211,29	212,2	0,91	97,645	0,001047	1,047	
7	60	224,23	225,33	1,1	97,645	0,001265	1,265	1,361
8		214,42	215,59	1,17	97,645	0,001346	1,346	
9		220,67	221,95	1,28	97,645	0,001472	1,472	
10	75	213,55	214,94	1,39	97,645	0,001599	1,599	1,66
11		215,03	216,44	1,41	97,645	0,001622	1,622	
12		218,26	219,79	1,53	97,645	0,00176	1,76	
13	90	216,23	217,93	1,7	97,645	0,001956	1,956	1,994
14		217,27	218,99	1,72	97,645	0,001979	1,979	
15		214,3	216,08	1,78	97,645	0,002048	2,048	

c. Rapat arus yang terjadi pada percobaan

Rapat arus yang dihasilkan alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating dapat dihitung sebagai berikut:

$$i = \frac{I}{A}$$

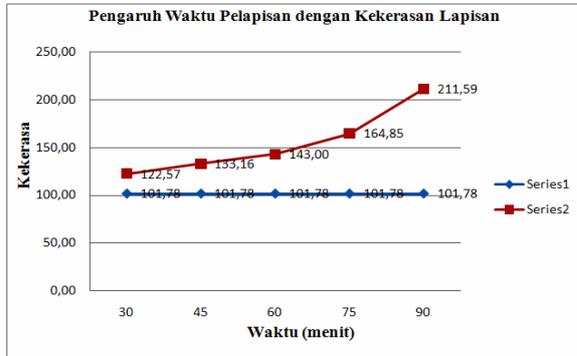
Diketahui arus yang mengalir pada saat pelapisan sebesar 1,603 amper

$$i = \frac{1,603 \text{ Amper}}{9764,5 \text{ mm}^2}$$

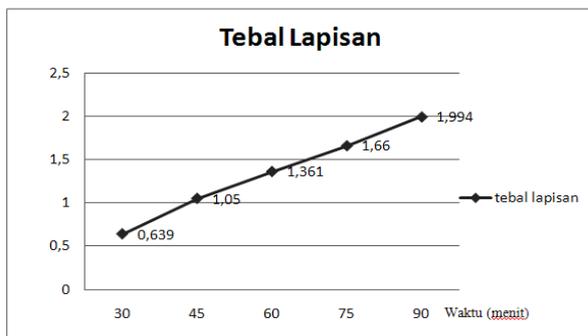
$$i = 0,00016 \text{ Amper/mm}^2$$

5.4 Analisa Data

Berdasarkan hasil pengujian, benda uji yang sudah dilapisi lebih mengkilap dari pada benda uji yang belum dilapisi. Data hasil pengujian seperti grafik 4.1 perbandingan kekerasan benda uji yang sudah dan yang belum dilapisi sebagai berikut.



Grafik 5.1 Pengaruh Waktu Pelapisan dan Kekerasan



Grafik 5.2 Ketebalan Lapisan

Berdasarkan Grafik 4.2 di atas menunjukkan bahwa pelapisan yang dihasilkan dari alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating, meningkatnya tebal lapisan diakibatkan dengan lamanya pencelupan yang dilakukan. Tebal lapisan yang dihasilkan dengan waktu pelapisan 30 menit, tebal lapisan yang dihasilkan sebesar 0,639 µm, 45 menit tebal lapisan yang dihasilkan sebesar 1,05 µm, 60 menit tebal lapisan yang dihasilkan sebesar 1,361 µm, 75 menit tebal lapisan yang dihasilkan sebesar 1,66 µm, dan 90 menit tebal lapisan yang dihasilkan sebesar 1,994 µm.

Proses percobaan pelapisan logam dengan nikel, di samping meningkatkan sifat fisik berupa kekerasan dan ketebalan juga memberikan nilai estetika pada benda uji yang dilapisi. Benda uji yang sebelumnya tampak permukaannya masih belum bagus sehingga permukaan menjadi bersih dan mengkilap sehingga menambah unsur keindahan.

VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating memiliki komponen utama yaitu

bak pelapis, rangka, lis penguat, dan trafo. Pada bak pelapis menggunakan kaca tebal 10 mm dan volume bak pelapis 54,72 liter. Sedangkan pada trafo atau catu daya digunakan 50 amper dengan tegangan 12 volt DC (arus searah).

2. Hasil pengujian alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating seperti berikut:
 - a. Kekerasan benda uji setelah perlakuan pelapisan meningkat pada 5 periode waktu pelapisan kecendrungan linear dengan lama waktu pelapisan maka kekerasan lapisan yang dihasilkan juga meningkat.
 - b. Peningkatan ketebalan lapisan setelah perlakuan pelapisan yaitu: 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit, lapisan yang dihasilkan sebesar: 122,57 HB, 133,16 HB, 143,00 HB, 164,85 HB, dan 211,59HB. Tebal lapisan sebesar: 0,639 µm, 1,05 µm, 1,361 µm, 1,66 µm dan 1,994 µm. Selain meningkatkan sifat fisik juga memberikan nilai estetika pada permukaan benda uji yang dilapisi.
 - c. Di samping meningkatkan sifat fisik berupa kekerasan lapisan dan ketebalan juga memberikan nilai estetika pada benda uji. Benda uji yang sebelumnya tampak permukaannya masih belum bagus sehingga permukaan menjadi bersih dan mengkilap sehingga menambah unsur keindahan.

6.2 Saran

Alat simulasi pelapisan logam dengan metode elektroplating dapat memberikan saran sebagai berikut :

- a. Alat simulasi pelapisan logam ini masih perlu dikembangkan lebih lanjut, sehingga mendapatkan hasil pelapisan yang lebih baik dan kapasitas produksi yang lebih besar.
- b. Pada proses pelapisan logam harus memperhatikan keselamatan kerja dan selalu menggunakan alat pelindung diri, karena larutan elektrolit maupun udara hasil proses pelapisan sangat berbahaya bagi kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abu Mutholib, Dedy Arif Gunawan, Dian Novi Triadi, Didik Subagyo, Edy Wibowo C., Haryo Guntoro. 2006. *Elektroplating Dekoratif Protektif Dengan Kapasitas Larutan Elektrolit Nikel 20 L. Dan Khrom10 L*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Arya Mahendra Sakti¹.2004. *Pengaruh Metode Pelapisan Terhadap Berat dan Kekerasan Benda Kerja Hasil Pelapisan Logam Pada Proses Pelapisan Logam Nikel*. Istitut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [3] Azhar A. Saleh.1999. *Pelapisan Logam*. Balai Besar Pengembangan Industri Logam Dan Mesin.
- [4] Daud Pinem, Mhd. 2010. *Mekanika Kekuatan Material Lanjut*. Bandung: Rekayasa Sains

- [5] Frederick A Lowenheim, 1948. *Elektroplatin.*, McGraw-Hill Book Company, USA
- [6] Hadisaputra. 2010. *Hardnes stesting*. <http://www.scribd.com>. Diakses pada tanggal 17 April 2013.
- [7] Hadir Kaban, Sri Niar, dan Jorena. 2010. *Jurnal Menguji Kekuatan Bahan Elektroplating Pelapisan Nikel pada Substrat Besi dengan Uji Impak (ImpactTest)*. Universitas Sriwijaya, Sumatra Selatan.
- [8] Rahayu, Suparni Setyowati dkk. 1996. *Petunjuk Praktikum Elektroplating*. Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen P & K. Bandung.
- [9] Setyowati, Y. Iriani, A. H. Ramelan. 2012. *Pengaruh Rapat Arus Terhadap Ketebalan Dan Stuktur Kristal Lapisan Nikel pada Tembaga*. Universitas Sebelas Maret.
- [10] Soemadi, Narwir. 1978. *Mekanika Teknik Mesin*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- [11] Trevor Linsley. 2004. *Instalasi Listrik Dasar*. Jakarta: Erlangga.